

CEDERA TENDON ACHILLES

Evaluasi, Diagnosis, dan
Tatalaksana Komprehensif



Dwikora N. Utomo

**CEDERA
TENDON ACHILLES**

Pasal 113 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

CEDERA TENDON ACHILLES

Evaluasi, Diagnosis, dan Tatalaksana Komprehensif

Dr. Dwikora Novembri Utomo, dr., Sp.OT(K)



Airlangga University Press
Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR

Cedera Tendon Achilles: Evaluasi, Diagnosis, dan Tatalaksana Komprehensif

Dwikora Novembri Utomo

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Utomo, D.N.

Cedera Tendon Achilles: Evaluasi, Diagnosis,
Dan Tatalaksana Komprehensif/Dwikora Novembri
Utomo. -- Surabaya: Airlangga University Press,
2018.

xii, 71 hlm. ; 23 cm

ISBN 978-602-473-017-8

1. Operasi-Tendon. I. Judul.

616.474

Penerbit

AIRLANGGA UNIVERSITY PRESS

No. IKAPI: 001/JTI/95

No. APPTI: 001/KTA/APPTI/X/2012

AUP 756.3/06.18 (0.01)

Layout: Akhmad Riyanto

Editor: Dr. Ferdiansyah Mahyudin, dr., Sp.OT(K)

Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115

Telp. (031) 5992246, 5992247

Fax. (031) 5992248

E-mail: adm@aup.unair.ac.id

Dicetak oleh:

Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Airlangga (AUP)
(OC 168/02.18/AUP-A1E)

Cetakan pertama — 2018

Dilarang mengutip dan/atau memperbanyak tanpa izin tertulis dari
Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku tentang Cedera Tendon Achilles ini. Ruptur tendon Achilles adalah cedera olahraga yang sering terjadi pada olahragawan terutama pria yang berkecimpung dalam kegiatan olahraga yang membutuhkan gerakan melompat atau berlari. Cedera akut harus segera didiagnosis dan ditangani karena cedera ruptur tendon Achilles ini seringkali diremehkan ataupun tidak disadari sehingga banyak pasien yang datang dalam keadaan kronis dan terlambat. Ruptur tendon achilles kronik memiliki penanganan yang lebih sulit daripada kasus cedera akut karena diperlukan tindakan operasi rekonstruktif untuk mengembalikan fungsinya. Teknik-teknik operasi rekonstruksi tersebut semakin lama semakin berkembang sesuai perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan untuk meminimalkan komplikasi dan mengoptimalkan fungsionalitas tendon sehingga pasien dapat kembali beraktivitas.

Atas dasar inilah buku ini ditulis. Buku ini akan memaparkan pendekatan secara komprehensif tentang cedera tendon Achilles yang meliputi konsep dasar, biomekanika, patofisiologi, pendekatan diagnosis, tatalaksana, dan rehabilitas termasuk teknik operasi yang merupakan pengembangan terbaru dari teknik operasi yang sudah ada. Teknik ini dinamakan “Teknik Surabaya”. Oleh karena itu, buku ini secara khusus diperuntukkan bagi para dokter

spesialis ortopedi dan traumatologi dengan tujuan memperkenalkan teknik baru yang belum didapatkan selama masa pendidikan. Teknik ini diharapkan dapat menjadi salah satu teknik pilihan dalam menangani ruptur kronik tendon Achilles bagi para spesialis ortopedi dan traumatologi.

Tiada gading yang tak retak. Andaipun retak, jadikanlah sebagai ukiran. Begitupun dengan tulisan dalam buku ini. Tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kami sangat terbuka menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat terhadap perkembangan ilmu kedokteran khususnya bidang Ortopedi dan Traumatologi. Terima kasih.

Penulis,

Dr. Dwikora Novembri Utomo, dr. Sp.OT(K)

DAFTAR ISI

Prakata	v
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
 BAB 2 ANATOMI TENDON ACHILLES	 3
 BAB 3 BIOMEKANIKA TENDON ACHILLES	 7
3.1 Pengujian <i>In vitro</i>	7
3.2 Pengujian <i>In vivo</i>	10
 BAB 4 PATOFISIOLOGI.....	 13
 BAB 5 RUPTUR AKUT TENDON ACHILLES.....	 17
5.1 Diagnosis	17
5.1.1 Anamnesis	17
5.1.2 Pemeriksaan Fisik.....	18
5.1.3 Pencitraan	20

5.2	Tatalaksana	21
5.2.1	Konservatif	21
5.2.2	Operatif	24
BAB 6	RUPTUR KRONIK TENDON ACHILLES.....	29
6.1	Diagnosis.....	29
6.1.1	Anamnesis	29
6.1.2	Pemeriksaan Fisik.....	30
6.1.3	Pencitraan	31
6.2	Tatalaksana	33
6.2.1	Konservatif	33
6.2.2	Operatif	34
BAB 7	REHABILITASI.....	55
7.1	Fase I	56
7.1.1	Fase Ia (Hari 1-2).....	56
7.1.2	Fase Ib (Hari 3-7).....	56
7.2	Fase IIa (Minggu 2-4)	56
7.3	Fase IIb (Minggu 5-8).....	57
7.4	Fase III.....	57
7.4.1	Fase IIIa (Minggu 9-16).....	57
7.4.2	Fase IIIb (Minggu 17-20).....	57
BAB 8	REKAYASA JARINGAN DAN BIOMOLEKULAR	59
	DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi Tendon Achilles.....	3
Gambar 2.2	Penampang melintang tendon Achilles.	5
Gambar 3.1	Grafik gaya-elongasi (<i>force–elongation</i>) pada sebuah uji kekuatan keregangan tendon (<i>tensile to failure</i>). I: region “ujung” (<i>toe</i>); II: regio “linear”; III and IV: regio robekan (<i>failure</i>). Kekakuan (<i>stiffness</i>) adalah kemiringan kurva pada regio linear.....	8
Gambar 3.2	Grafik gaya relaksasi (<i>force-relaxation</i>) (A), kelambanan (<i>creep</i>) (B), dan histeresis mekanis (C).	9
Gambar 4.1	Ruptur Achilles.	15
Gambar 5.1	Gambaran klinis khas dari ruptur tendon Achilles. Tanda panah menunjukkan celah antara <i>stump</i> proksimal dan distal	18
Gambar 5.2	<i>Thompson test</i>	19
Gambar 5.3	<i>Matles test</i>	19
Gambar 5.4	Kager’s <i>triangle</i> (anak panah)	20
Gambar 5.5	Contoh produk <i>functional brace</i> komersial yang memperkenalkan penderita melakukan gerakan plantar fleksi <i>ankle</i> statik dan dinamik namun membatasi gerakan dorsofleksi	22
Gambar 5.6	Macam-macam teknik penjahitan	25
Gambar 6.1	Gambaran USG ruptur Achilles kronik.....	32

Gambar 6.2	Gambaran ruptur Achilles pada MRI	33
Gambar 6.3	<i>Turndown flap</i> (modifikasi Bosworth).....	36
Gambar 6.4	Rekonstruksi tendon Achilles dengan <i>V-Y tendon alignment</i>	37
Gambar 6.5	<i>Graft</i> peroneus brevis (modifikasi Maffulli)	38
Gambar 6.6	Transfer tendon <i>flexor digitorum longus</i>	39
Gambar 6.7	Transfer tendon <i>flexor hallucis longus</i>	41
Gambar 6.9	Rekonstuksi ruptur tendon Achilles dengan <i>graft</i> tendon semitendinosus	42
Gambar 6.10	<i>Z-shortening procedure</i>	44
Gambar 6.11	Insisi minimal invasif untuk rekonstruksi tendon Achilles.....	45
Gambar 6.12	Teknik Surabaya.....	47
Gambar 6.13	Teknik Surabaya. Ujung <i>stump</i> proksimal yang telah dijahit, kemudian dibelah menyerupai <i>tongue-shaped</i>	47
Gambar 6.14	Teknik Surabaya. <i>Turndown flap</i> tersebut kemudian dijahitkan pada <i>stump</i> distal	48
Gambar 6.15	Teknik Surabaya. <i>Graft</i> tendon semitendinosus (panah merah) dianyamkan melalui <i>stump</i> proksimal, dan difiksasi dengan <i>bioscrew</i> pada kalkaneus (panah biru) membentuk angka 8.....	48
Gambar 6.16	Teknik Surabaya. Pemberian injeksi PRP <i>postoperative</i> .	49
Gambar 6.17	Insisi pada posteromedial	50
Gambar 6.18	Ilustrasi graft tendon semitendinosus.....	51
Gambar 6.19	Ilustrasi teknik penjahitan <i>graft</i> pada daerah cedera....	51
Gambar 6.20	Tahapan proses rekonstruksi tendon Achilles.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Protokol Rehabilitasi Fungsional Terapi Konservatif/ Pascaoperasi Ruptur Akut Tendo Achilles.....	23
Tabel 6.1	Rekomendasi terapi pada ruptur kronik tendon Achilles	35

PENDAHULUAN

Tendon Achilles adalah tendon terbesar dan terkuat pada tubuh manusia. Tendon ini disebut juga *triceps surae* karena merupakan gabungan tendon gastroknemius dan *soleus*. Tendon ini melintasi tiga sendi, yaitu lutut, pergelangan kaki, dan subtalar. Cedera tendon Achilles adalah cedera tersering pada atlet. Cedera ini bisa terjadi secara akut atau kronik.⁽¹⁻⁶⁾

Pasien ruptur Achilles umumnya didapatkan pada lelaki dewasa yang aktif berpartisipasi dalam kegiatan olahraga, sebanyak 44-83%.⁽¹⁻⁶⁾ Ruptur Achilles lebih sering terjadi pada laki-laki, dengan perbandingan 7:1 hingga 12:1.⁽⁹⁾ Tendon Achilles kiri lebih sering ruptur, kemungkinan karena prevalensi individu dominan tangan kanan lebih tinggi, dan mereka melakukan gerakan melompat dengan kaki kiri.^(10,11) Pada beberapa kasus, pasien tidak menyadari bahwa tendon Achillesnya ruptur, dan datang dengan keluhan ruptur kronik Achilles 4-6 minggu pasca cedera.^(2,12,13)

Ruptur kronik tendon Achilles umumnya terjadi pada pasien dengan ruptur akut yang tidak terdiagnosis sehingga menjadi ruptur kronis atau *neglected*. Transisi dari apa yang disebut ruptur akut tendon Achilles menjadi ruptur kronis adalah hal yang masih diperdebatkan karena batasan waktu yang belum jelas.⁽¹⁻³⁾ Menurut konsensus, disebutkan bahwa ruptur Achilles

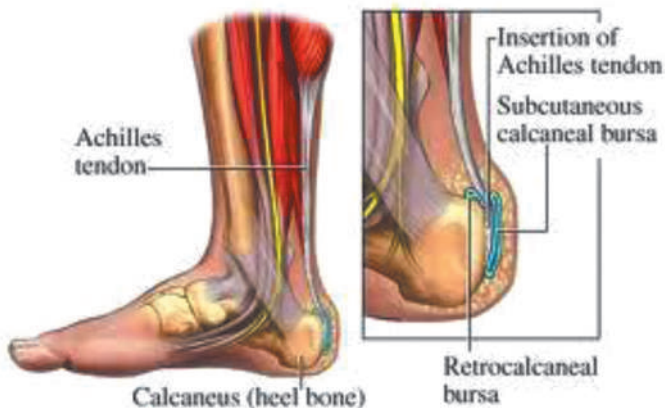
kronis adalah ruptur Achilles yang terdiagnosis setelah empat sampai enam minggu setelah ruptur akut.^(1,2,4-8)

Penanganan operatif ruptur tendon Achilles menunjukkan hasil yang jauh lebih baik daripada non operatif.⁽¹⁴⁾ Penanganan non operatif hanya disarankan pada pasien dengan komorbiditas operasi, seperti penyakit pembuluh darah perifer, tidak mengalami gangguan fungsional, dan dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa keluhan berarti. Ada bermacam-macam penanganan operatif untuk ruptur kronik Achilles, namun tidak ada panduan mengenai jenis operasi, ataupun penelitian yang membuktikan keunggulan suatu teknik tertentu.^(7,8)

Pada penanganan kasus kronik, Departemen Orthopaedi dan Traumatologi, RSUD Dr. Soetomo, Universitas Airlangga Surabaya mengembangkan teknik untuk rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles dengan menggunakan *graft* tendon semitendinosus dikombinasikan dengan *turndown flap* (teknik Surabaya). Teknik ini memiliki beberapa keunggulan: tidak mengganggu luas gerak sendi dan kekuatan pergerakan kaki, dapat digunakan pada defek yang lebar, *graft* mudah diambil, dan berfungsi sebagai *biological scaffold*.

ANATOMI TENDON ACHILLES

Tendon Achilles dibentuk dari gabungan 2 otot, yaitu otot gastroknemius dan *soleus* (Gambar 2.1).⁽¹⁵⁾ Tendon ini berinsersi pada tulang calcaneus⁽¹⁶⁾, dan struktur ini sering disebut sebagai *Gastroc-soleus complex*. Tendon Achilles adalah tendon terbesar dan terkuat pada tubuh manusia, memiliki daya regang sampai dengan 12,5 kali berat badan (9 kilonewton [KN]) ketika berlari sprint, dan 6 sampai 8 kali berat badan ketika melakukan aktivitas atletik seperti melompat atau bersepeda.^(17,18)



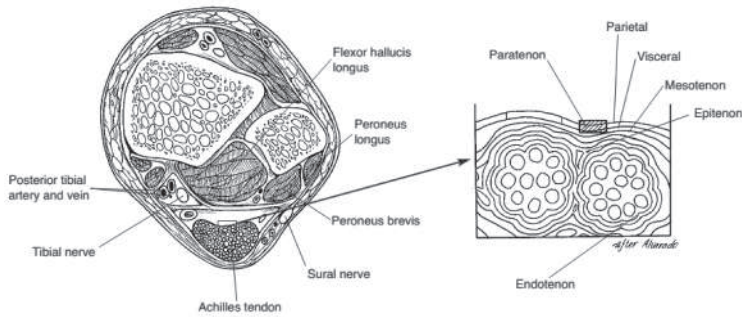
Gambar 2.1 Anatomi Tendon Achilles⁽¹⁵⁾

Tendon Achilles dimulai dari pertengahan regio cruris posterior sebagai gabungan dari tendon otot gastroknemius dan *soleus*. Panjang gabungan tendon ini kira-kira 10-15 cm, dengan komponen gastrocnemius 11-26 cm dan komponen *soleus* 3-11 cm.⁽¹⁹⁾ Kontribusi serabut otot gastroknemius dan *soleus* bervariasi antar individu. Kebanyakan serabut otot *soleus* memiliki kontribusi lebih banyak dibandingkan gastroknemius, dan menempel pada hampir seluruh bagian anterior tendon.⁽¹⁹⁾ Pada *gastrocsoleus junction*, tendon Achilles memiliki bentuk melebar dan datar, saat berjalan ke arah distal, bentuknya secara progresif menjadi *ovoid* pada potongan melintang sampai pada kira-kira 4 cm proksimal dari insersinya di kalkaneus, kemudian berlanjut menjadi relatif datar kembali.⁽¹⁹⁾

Pada saat berjalan ke arah distal, tendon Achilles berotasi ke internal dengan derajat yang bervariasi (kira-kira 90°)⁽²⁰⁾, sehingga serabut *soleus* yang awalnya terletak di sisi posterior tendon menjadi sisi medial di plantar pedis, sedangkan serabut gastroknemius yang awalnya di sisi anterior menjadi sisi lateral. Rotasi ini memungkinkan tendon untuk memanjang dan memendek secara elastis, melepaskan energi yang tersimpan saat fase berjalan.⁽²¹⁾

Tendon Achilles berinsersi pada sepertiga medial posterior dari tuberositas kalkaneus, kira-kira 1 cm ke distal tepi superior tulang.⁽²²⁾ Area insersi kira-kira memiliki panjang 19,8 mm dan lebar 24 mm di proksimal dan 31 mm di distal.⁽²²⁾

Tendon Achilles tidak memiliki lapisan pembungkus sinovial yang sesungguhnya, melainkan terbungkus oleh *paratenon* dengan lapisan viseral dan parietal, yang memungkinkan tendon meluncur sebesar $\pm 1,5$ cm (Gambar 2.2). Pada sisi dorsal, medial, dan lateral, *paratenon* terdiri dari beberapa membran tipis yang kaya dengan mukopolisakarida, yang berfungsi sebagai pelumas yang memudahkan tendon bergerak meluncur. Sedangkan di sisi ventral, *paratenon* mengandung jaringan lemak kaya pembuluh darah.⁽²³⁾



Gambar 2.2 Penampang melintang tendon Achilles.

Tampak lapisan ganda *paratenon* (gambar kanan). Mesotenon menghubungkan lapisan parietal di sisi luar dengan lapisan visceral di sisi dalam, dan juga berfungsi sebagai jalan bagi pembuluh darah yang memberikan nutrisi ke tendon. Sisi anterior tendon memiliki jumlah pembuluh darah yang paling banyak.⁽²⁻³⁾

Vaskularisasi tendon Achilles berasal dari 3 sumber: *musculotendinous junction*, insersi tulang, dan pembuluh-pembuluh mesotenal. Pembuluh darah merupakan serangkaian *vincula transversal* yang berfungsi sebagai kanal sehingga pembuluh darah bisa mencapai tendon. Injeksi dan studi pencitraan nuklir menunjukkan bahwa arteri mesotenal paling sedikit pada 2-6 cm proksimal dari insersi tulang. Jumlah pembuluh darah intratendinous dan area sekitarnya juga menurun pada daerah 4 cm dari kalkaneus.⁽²⁴⁾

BIOMEKANIKA TENDON ACHILLES

Tendon berfungsi meneruskan gaya kontraksi yang dihasilkan gerakan otot skeletal. Untuk memenuhi fungsi ini, tendon tidak dapat bertindak sebagai penghubung yang bersifat rigid di antara otot dan tulang, melainkan berupa suatu bahan yang viskoelastis.⁽²⁵⁾

3.1 Pengujian *In vitro*

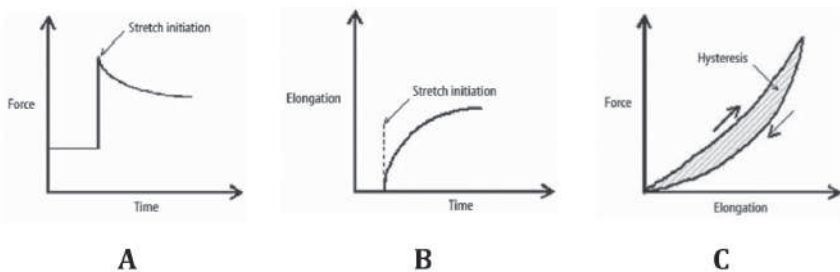
Sifat mekanis dari tendon telah dipelajari menggunakan metode peregangan spesimen tendon terisolasi hingga tendon tersebut robek. Elongasi spesimen dan gaya yang diberikan kemudian dicatat.^(18,26-30) Dalam tes tersebut, empat regio berbeda dapat diidentifikasi dalam kurva gaya-elongasi pada tendon (Grafik 3.1). Regio I, disebut sebagai regio “ujung” (*toe*) tendon, berupa gaya tidak merusak, yang mengurangi derajat hambatan serabut kolagen saat istirahat tanpa menyebabkan peregangan lebih lanjut. Regio berikutnya, yaitu regio “linear”, pembebanan menyebabkan peregangan serabut kolagen, dan pada titik akhir regio ini, beberapa serat kolagen mulai robek (*failure*). Bila pemanjangan tendon dilanjutkan, akan membawa tendon ke regio III, di mana kerusakan lanjutan serabut kolagen terjadi secara tak terduga. Elongasi yang lebih lanjut membawa tendon ke regio IV, di mana serabut kolagen robek total.^(18,26,27,29,30)

Meskipun regio I, II, III, dan IV selalu ada dalam proses penarikan tendon hingga robek, bentuk kurva gaya-elongasi yang diperoleh berbeda-beda antara spesimen. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh perbedaan dimensi antar spesimen. Perhitungannya, gaya tendon dikurangi menjadi nilai tekanan (*stress*) (MPa) dengan normalisasi terhadap luas penampang tendon, dan elongasi tendon dikurangi menjadi nilai regangan (%) dengan normalisasi terhadap panjang awal tendon. Bentuk kurva tekanan-regangan mirip dengan kurva gaya-elongasi, namun juga merefleksikan sifat material intrinsik daripada sifat struktural tendon. Variabel yang paling umum diambil dari kurva tekanan-regangan adalah modulus Young (GPa), tekanan akhir (MPa), dan regangan akhir (%). Modulus Young merupakan kemiringan kurva tekanan-regangan dalam regio “linear” tendon atau kekakuan spesimen [N/mm], yaitu, kemiringan kurva gaya-elongasi dalam daerah “linear”, dan perbandingan panjang terhadap penampang spesimen). Nilainya berkisar antara 1 dan 2 GPa.^(26,31-33) Tekanan akhir tendon (tekanan pada saat tendon robek) kurang lebih 100 MPa. Regangan akhir tendon (regangan saat tendon robek) berkisar antara 4 dan 10%.^(26,28,29,31,32) Nilai karakteristik tendon Achilles manusia secara *in vitro* mendekati angka-angka di atas.^(34,35)



Gambar 3.1 Grafik gaya-elongasi (*force–elongation*) pada sebuah uji kekuatan keregangan tendon (*tensile to failure*). I: region “ujung” (*toe*); II: regio “linear”; III and IV: regio robekan (*failure*). Kekakuan (*stiffness*) adalah kemiringan kurva pada regio linear.⁽²⁵⁾

Jika tendon diregangkan, tendon tidak bersifat elastis secara sempurna, walaupun gaya yang diberikan tidak meregangkan tendon melampaui regio I. Karena sifat ketergantungan waktu dari serabut kolagen tendon dan matriksnya^(36,37), keseluruhan tendon menunjukkan gaya relaksasi, kelambanan, dan histeresis mekanis.^(18,26-29) Gaya relaksasi (*force-relaxation*) berarti bahwa gaya yang dibutuhkan untuk menimbulkan elongasi serabut menurun seiring waktu dalam garis kurva yang dapat diprediksi (Grafik 3.2). Kelambanan (*creep*) adalah fenomena analog dalam kondisi gaya konstan menghasilkan perubahan (deformasi) yang meningkat seiring waktu menurut garis kurva (Grafik 3.2). Histeresis mekanis (*mechanical hysteresis*) dibuktikan sebagai lengkungan yang dibentuk oleh grafik gaya-elongasi (atau tekanan-regangan) selama pembebanan dan tanpa pembebanan lanjutan pada spesimen (Grafik 2.2). Area lengkungan merupakan jumlah energi regangan elastis yang hilang sebagai panas dalam siklus peregangan-recoil, dan biasanya dinyatakan sebagai fraksi (%) dari total kerja yang dilakukan pada tendon selama peregangan. Rata-rata nilai mekanik histeresis dilaporkan dari tes *in vitro* tendon adalah 10%.^(31-33,38,39) Nilai ini diperoleh setelah tendon terkena beberapa siklus peregangan-recoil. Dalam beberapa siklus pertama, tendon tidak kembali ke panjang aslinya, sehingga grafik pembebanan dan tanpa pembebanan membentuk lengkungan terbuka. Fenomena ini disebut sebagai “pengkondisian” (*conditioning*), dan dianggap sebagai artefak yang disebabkan oleh fiksasi spesimen *in vitro* yang tidak adekuat pada saat diuji.⁽²⁷⁾



Gambar 3.2 Grafik gaya relaksasi (*force-relaxation*) (A), kelambanan (*creep*) (B), dan histeresis mekanis (C).

Panah pada grafik C menunjukkan arah pembebanan dan tanpa pembebanan. Pada beberapa siklus awal pembebanan dan tanpa pembebanan

dalam uji histeresis mekanis, panjang tendon saat istirahat meningkat. Hal ini disebut sebagai “pengkondisian” (*conditioning*).⁽²⁵⁾

Pengujian terakhir menggunakan tendon Achilles/gastroknemius manusia secara *in vivo* menunjukkan bahwa pengkondisian juga terjadi^(40,41), menunjukkan bahwa hal tersebut merupakan karakteristik fisik tendon yang berhubungan dengan kelambanan viskoelastik, sehingga bukan suatu temuan yang bermakna.

3.2 Pengujian *In vivo*

Pemeriksaan sifat tendon dalam kondisi *in vitro* memerlukan penggunaan spesimen donor, yang tidak selalu tersedia. Selain itu, perlu perhatian bila menggunakan hasil uji *in vitro* untuk menyimpulkan fungsi *in vivo* karena alasan berikut: (1) gaya yang diberikan oleh pembebanan maksimal tendon dalam kondisi *in vivo* mungkin tidak akan mencapai regio “linear” di mana pengukuran kekakuan dan modulus Young dalam kondisi *in vitro*; (2) serat kolagen yang selip dan/atau konsentrasi tekanan hampir selalu terjadi pada saat pengencangan spesimen yang dipotong pada alat uji, yang dapat mengakibatkan ruptur prematur.²⁷ Tendon yang diawetkan sering digunakan dalam percobaan *in vitro*, yang mungkin memiliki perubahan kualitas.^(42,43)

Baru-baru ini, metode non-invasif yang menghindari masalah di atas untuk menilai sifat mekanik tendon manusia di *vivo* telah dikembangkan.⁽⁴⁴⁾ Metode *in vivo* memungkinkan pemeriksaan longitudinal untuk mengidentifikasi masalah-masalah fungsional penting yang berkaitan, misalnya, untuk identifikasi pelatihan yang efektif untuk meningkatkan sifat mekanik tendon, dan durasi imobilisasi yang dibutuhkan untuk memulai penurunan kualitas tendon. Metode *in vivo* ini didasarkan pada pemindaian ultrasound secara *real time* dari titik acuan sepanjang unit otot-tendon selama kontraksi-relaksasi isometrik. Gaya otot yang dihasilkan oleh aktivasi diukur dengan dinamometri, dan tarikan tendon, mengakibatkan deformasi longitudinal. Hal ini dapat diukur melalui perpindahan dari titik acuan pada hasil pemindaian. Saat relaksasi, tendon akan mengendur dan titik acuan bergeser kembali ke posisi semula (setelah pengkondisian tendon). Grafik gaya-elongasi yang diperoleh selama pembebanan dapat diubah menjadi grafik tekanan-regangan dengan normalisasi dimensi tendon, yang juga dapat diukur dengan menggunakan pencitraan non invasif. Hasil pengukuran

ulang dengan menggunakan metode *in vivo* menghasilkan koefisien variasi kurang dari 12%.⁽⁴⁴⁾

Meskipun keuntungan dari metode ini berupa pengujian tendon dalam lingkungan fisiologis, beberapa masalah tidak dapat dihindari. Satu masalah yang tak terelakkan berkaitan dengan kehilangan panas karena interaksi tendon-otot dan tendon-tulang dan gesekan permukaan antara tendon dan jaringan di sekitarnya, yang akan terefleksikan di area lengkungan histeresis dalam pengujian. Masalah penting lainnya adalah pemberian tekanan yang tidak homogen di seluruh tendon dengan meningkatkan atau menurunkan intensitas kontraksi otot untuk mendapatkan grafik gaya-elongasi yang relevan. Keterbatasan ini terutama berlaku untuk pengujian tendon Achilles, karena tendon ini dibentuk oleh dua tendon terpisah (gastroknemius dan *soleus*) yang terhubung dengan kolagen.⁽⁴⁵⁾ Heterogenitas tekanan dalam tendon Achilles pada *calcaneal enthesis*-nya juga telah dianggap sebagai faktor potensial dalam terjadinya tendinopati kronis Achilles.

Meskipun dengan keterbatasan tersebut, prinsip-prinsip umum pengujian tendon *in vivo* tetap dilakukan dengan tujuan untuk menggambarkan mekanika tendon Achilles/gastroknemius manusia dalam situasi dan kondisi yang berbeda⁽⁴⁶⁾ Hasil yang diperoleh sangat bervariasi. Pada orang dewasa muda, misalnya, kekuatan maksimal tendon dan nilai elongasinya masing-masing sebesar 200-3800 N dan 2-24 mm, dengan nilai tekanan dan regangan antara 20-42 MPa dan 5-8%⁽⁴⁶⁾. Kekakuan tendon, modulus Young, dan histeresis mekanis yang diperoleh dalam studi di atas masing-masing adalah 17-760 N/mm; 0,3-1,4 GPa; dan 11-19%. Variasi besar di masing-masing parameter mekanik antara eksperimen kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metodologi antar studi terutama pada cara penghitungan gaya (misalnya, melibatkan atau memisahkan fungsi otot sinergis dan antagonis), dan lokasi titik acuan yang ditelusuri dengan *ultrasound* (yaitu, pada tendon, peralihan myotendinous, atau otot).

Namun, ketika membandingkan tendon Achilles/gastroknemius dan tendon tibialis anterior manusia dewasa muda dengan metodologi yang sama, dua tendon ini memiliki modulus Young (1,2 GPa) dan histeresis mekanis (18%) yang sangat mirip.⁽⁴⁴⁾ Temuan ini harus ditelaah mengingat bahwa tendon Achilles/gastroknemius dan tibialis anterior mendapatkan gaya fisiologis yang berbeda. Tendon Achilles/gastrocnemius mendapatkan gaya yang besar pada akhir fase *stance*, dan tendon tibialis anterior mendapat

gaya yang lebih rendah saat mengendalikan plantar fleksi pada awal fase *stance* saat berjalan. Dalam pengujian kekuatan tendon *in vivo* menunjukkan bahwa tendon Achilles mampu menahan tekanan sampai 110 MPa dalam setiap langkah selama berlari. Tekanan ini melebihi rata-rata tekanan akhir tendon sebesar 100 MPa^(26,29,31,32), yang menandakan besarnya risiko ruptur tendon Achilles.⁽²⁵⁾

PATOFISIOLOGI

Mekanisme akselerasi-deselerasi dilaporkan terjadi pada 90% ruptur tendon Achilles yang berhubungan dengan olahraga.⁽⁴⁷⁾ Gangguan pada jalur proteksi inhibisi muskuloskeletal dapat menyebabkan cedera. Cedera tendon akut maupun kronis dapat disebabkan oleh faktor ekstrinsik atau intrinsik, baik tunggal maupun kombinasi. Pada trauma akut, faktor ekstrinsik lebih dominan.⁽⁴⁸⁾

Arner dan Lindholms mengklasifikasikan trauma penyebab ruptur tendon Achilles menjadi 3 kategori, sebagai berikut.⁽⁴⁹⁾

1. Kategori pertama, ketika berat badan bertumpu pada kaki depan saat lutut dalam keadaan ekstensi. Gerakan ini dapat dilihat saat posisi *start sprinter* dan saat melompat pada olahraga basket. Mekanisme seperti ini merupakan penyebab ruptur tendon Achilles sebanyak 53%.
2. Kategori kedua terjadi secara mendadak, yakni ketika dorsofleksi *ankle*, misalnya ketika kaki terpeleset ke dalam lubang atau ketika seseorang jatuh dari tangga. Mekanisme kedua menyebabkan ruptur Achilles sebanyak 17%.
3. Kategori ketiga merupakan dorsofleksi paksa saat kaki dalam keadaan plantar fleksi, misalnya ketika jatuh dari ketinggian. Mekanisme ini merupakan penyebab ruptur Achilles sebanyak 10%.

Beberapa faktor anatomi dan patogenesis berhubungan dengan ruptur tendon Achilles. Secara anatomi, area 4-7 cm dari insersinya di kalkaneus lebih rentan mengalami ruptur karena merupakan bagian yang paling tipis, dengan diameter melintang paling kecil dan serat yang paling banyak mengalami rotasi. Telaah mikrovaskular menunjukkan bahwa area ini merupakan area dengan suplai darah paling sedikit. Mikrotrauma berulang dapat menyebabkan perubahan degeneratif dan meningkatkan kekakuan tendon sehingga lebih rentan terjadi ruptur. *Fatigue* atau kelelahan juga merupakan kondisi yang berhubungan dengan ruptur tendon.⁽⁵⁰⁾

Studi patologi pada ruptur tendon parsial dan komplrit telah mengungkap perubahan karakteristik yang terjadi pada tendinosis. Temuan ini berhubungan dengan usia. Ketika usia bertambah, terjadi perubahan morfologis pada tendon Achilles termasuk berkurangnya jumlah organel di dalam tenosit, penurunan kadar mukopolisakarida dan glikoprotein, dan penurunan diameter maksimum serta kepadatan serat kolagennya. Banyak bukti pula dari studi patologi yang menyatakan bahwa terjadi penurunan vaskularisasi intratendon sebagai penyebab utama dari kerusakan tenosit fokal. Secara teori, berkurangnya vaskularisasi menurunkan pembentukan kolagen, sehingga kemampuan tendon untuk meregang berkurang dan lebih mudah mengalami ruptur.⁽²³⁾

Pada tahun 1976, Puddu *et al* memperkenalkan sebuah sistem untuk mengelompokkan degenerasi hialin dengan penurunan jumlah sel normal, degenerasi mukoid dengan metaplasia kondroid atau degenerasi lemak dari tenosit, infiltrasi lipomatosa pada area tendon yang luas, peningkatan matriks mukopolisakarida dan fibrilasi serat kolagen. Ruptur tendon kemungkinan diakibatkan oleh proses ini. Menurut Puddu *et al.*, tendinosis tidak bergejala dan ditemukan hanya pada ruptur tendon.⁽⁵¹⁾

Arner dan Lindholms menemukan secara histologis terdapat perubahan degeneratif, termasuk disintegrasi edematosa pada jaringan tendon, degenerasi mukoid terjadi bersamaan dengan reaksi inflamasi. Selain itu, hampir seperempat arteri besar di peritendon mengalami hipertrofi pada tunika media sehingga lumennya menyempit.⁽⁴⁹⁾

Kannus dan Józsa juga mengatakan 97% ruptur spontan tendon Achilles terjadi perubahan degeneratif. Perubahan degeneratif yang paling sering ditemukan adalah degenerasi hipoksik dengan perubahan ukuran dan bentuk mitokondria, nukleus tenosit yang abnormal dan deposisi kalsium pada

mitokondria. Pada degenerasi lanjut, vakuola lipid dan nekrosis juga mungkin terjadi. Selain itu, juga terjadi penyempitan lumen arteri sehubungan dengan hipertrofi tunika intima dan tunika media.⁽⁵²⁾

Ruptur kronis tendon Achilles menyebabkan kesulitan dalam plantar fleksi *ankle*, *tendon sheath* menebal dan melekat pada bagian ujungnya.^(1,53) Ujung proksimal biasanya berbentuk kerucut dan melekat pada fascia posterior dari otot fleksor hallucis longus.^(1,54) *Punctum distal* sering membulat dan hipertrofi.⁽⁸⁾ Jaringan parut yang menebal sering menghubungkan daerah ruptur dalam usaha untuk penyembuhan.⁽⁵⁵⁾

Retraksi *punctum* proksimal menyebabkan pemendekan kompleks gastroknemius-soleus proksimal yang masih intact. Hal tersebut mengurangi efisiensi biomekanik dan kontraktilitas otot. Hal ini mengakibatkan kelemahan plantar fleksi engkel dan terjadi *flat-foot*, serta pola jalan (*gait*) non propulsif pada kaki yang sakit.⁽⁸⁾



Gambar 4.1 Ruptur Achilles.

Tampak retraksi tendon proksimal yang mengakibatkan timbulnya celah dari kedua ujung tendon. Tendon plantaris yang intact mengalami hipertrofi. Tampak jaringan parut terbentuk hingga ke lapisan pembungkus tendon.⁽⁷⁾

Tendon Achilles yang mengalami ruptur tentu akan memicu respon perbaikan.⁽⁷⁾ Carden dkk menyebutkan bahwa dalam 1 minggu jaringan granulasi akan cukup berkembang antara ujung tendon untuk mencegah aposisi secara tertutup.⁽⁹⁾ Sering waktu, jaringan fibrous akan berkembang pada daerah ruptur.⁽⁵⁶⁾ Kontraksi otot-otot betis memicu peregangan secara bertahap pada jaringan fibrous tersebut yang tidak sekuat tendon normal.⁽⁵⁷⁾

Tendon kadang-kadang mengalami penyembuhan secara memanjang sehingga memicu penurunan efisiensi mekanis pada kompleks *triceps surae*.^(7,58)

Elftman⁽⁵⁹⁾ menyebutkan bahwa kemampuan serat-serat otot untuk memproduksi regangan akan berkurang seiring pemendekan dari serat otot dan akan menjadi nol ketika serat otot mencapai 60% dari panjangnya dalam keadaan istirahat. Hal tersebut menyebabkan kelemahan pada plantar fleksi engkel dan berhubungan dengan gangguan pola berjalan. Kontraksi berlanjut dari otot *triceps surae* akan lebih sering memicu retraksi dari *punctum* tendon proksimal sehingga jarak antar ruptur semakin bertambah.^(54,57,60,61) Besarnya celah dapat bervariasi.⁽⁷⁾ Selain itu, sulit untuk mengidentifikasi selubung tendon yang telah terpisah, dan *punctum* proksimal dapat melekat pada fascia sisi posterior.⁽⁵⁴⁾ Tendon otot plantaris, apabila masih intak, juga dapat mengalami penebalan. Pada ruptur kronis, nodul pada tendon Achilles sering didapatkan, dengan bentuk yang tidak beraturan, dan melekat pada fascia sekitarnya.^(1,62)

RUPTUR AKUT TENDON ACHILLES

5.1 Diagnosis

5.1.1 Anamnesis

Elftman menyebutkan bahwa kemampuan serat-serat otot untuk memproduksi regangan akan berkurang seiring mengalami pemendekan. Dari *history taking* didapatkan pasien mengalami cedera di daerah *ankle* atau distal dari regio cruris. Keluhan yang sering dialami adalah nyeri di daerah *ankle* dapat disertai adanya luka maupun tidak. Pada pasien dengan toleransi nyeri yang tinggi, seringkali ruptur achilles ini tidak terdiagnosis dengan baik sehingga dapat berlanjut ke kondisi kronis. Ruptur tendon achilles dapat disebabkan *direct* maupun *indirect* trauma. *Direct* trauma dapat disebabkan *direct blow* oleh benda tumpul ataupun tajam. Sedangkan pada *indirect* trauma, mekanisme cedera berupa gerakan mendadak dorsofleksi *ankle* terutama saat *ankle* dalam posisi plantar fleksi. Dari anamnesis juga didapatkan keluhan saat pasien berjalan terutama saat pasien melakukan gerakan plantar fleksi *ankle*, karena gerakan plantar fleksi dihasilkan oleh kontraksi pada tendon achilles.^(48,49)

5.1.2 Pemeriksaan Fisik

Dari inspeksi didapatkan vulnus, ekskoriiasi, maupun bengkak pada sisi posterior dari *ankle*. Apabila didapatkan vulnus, tidak tampaknya tendon Achilles merupakan prediktor kuat terhadap ruptur yang terjadi karena *stump* tertarik ke proksimal. Dapat pula hanya terlihat *stum* distal yang sudah mengalami ruptur.⁽⁵⁰⁾



Gambar 5.1 Gambaran klinis khas dari ruptur tendon Achilles. Tanda panah menunjukkan celah antara *stump* proksimal dan distal.⁽⁸⁾

Dari pemeriksaan *feel*, didapatkan adanya gap pada tendon achilles. Lokasi tersering terjadinya ruptur, yaitu 2-6 cm di proksimal dari insersinya pada posterosuperior dari tulang kalkaneus. Pemeriksaan spesifik untuk ruptur tendon achilles dinamakan dengan tes Thompson. Tes ini dilakukan dengan cara *squeeze* pada otot gastroknemius, diharapkan terjadi gerakan plantar fleksi dari sendi *ankle*. Bila gerakan plantar fleksi tidak terjadi, dapat dipastikan terjadi ruptur tendon achilles. Namun apabila gerakan plantar fleksi masih terjadi, dapat juga tendon achilles mengalami ruptur parsial, sehingga gerakan tersebut masih ada namun disertai rasa nyeri saat tes Thompson dilakukan.



Gambar 5.2 *Thompson test.*⁽⁶⁹⁾ **Keterangan:** pada ruptur tendon Achilles, bila betis diremas, maka kekuatan plantar fleksi akan melemah, atau bahkan tidak ada (kanan).

Ada tes lain yang sering dilakukan dalam penegakan diagnosis ruptur tendon Achilles, yaitu tes Matles. Namun tes ini harus dilakukan dalam keadaan pasien terbius. Sebelum pasien dibius, pasien diminta untuk melakukan gerakan fleksi sendi lutut secara aktif hingga 90°. Setelah dibius, pemeriksa melakukan gerakan fleksi pasif pada kedua sendi lutut hingga 90°. Kemudian dievaluasi posisi sendi *ankle* pada kedua kaki. Apabila posisi *ankle* pada satu sisi dalam keadaan dorsofleksi atau netral, sedangkan sisi yang lain dalam posisi plantar fleksi, maka posisi kaki yang dorsofleksi atau netral ini dikatakan mengalami ruptur tendon achilles.⁽⁴⁸⁻⁵⁰⁾



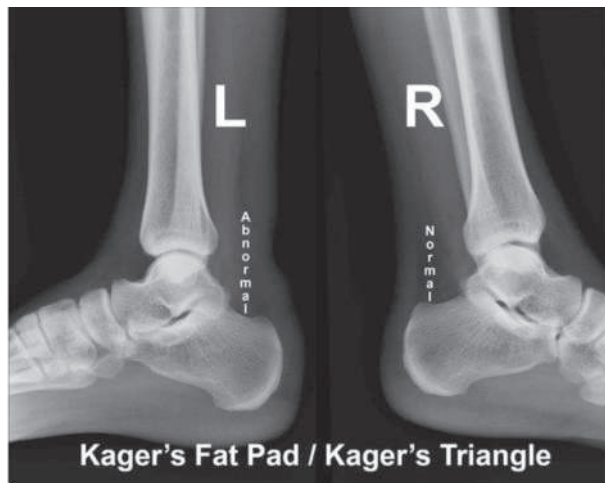
Gambar 5.3 *Matles test.*⁽⁷⁾ **Keterangan:** tendon Achilles yang ruptur posisinya akan tampak lebih dorsofleksi dibandingkan sisi normal.

Dari pemeriksaan *move* didapatkan pasien tidak dapat melakukan gerakan plantar fleksi secara aktif merupakan bukti adanya ruptur tendon achilles. Tendon achilles merupakan tendon yang terdiri dari gabungan tiga otot, yaitu gastroknemius kaput medial dan lateral, serta soleus. Ketiga otot ini memiliki fungsi yang sama, yaitu gerakan plantar fleksi dari *ankle*.⁽⁴⁹⁾

5.1.3 Pencitraan

a. X-ray

Walaupun tidak lazim, beberapa ilmuwan masih melakukan penegakan diagnosis ruptur tendon achilles berdasarkan foto rontgen *ankle* lateral. Kager⁽⁵⁰⁾ berpendapat dari foto *ankle* lateral orang normal, didapatkan adanya gambaran segitiga yang diisi oleh jaringan lemak, dan dibatasi oleh tepi tendon achilles, tulang kalkaneus, dan tendon fleksor digitorum longus dan *hallucis longus*. Apabila terjadinya ruptur pada tendon achilles, segitiga ini tidak dapat dilihat. Toygar⁽⁵¹⁾ melakukan pengukuran sudut dari permukaan kulit posterior dari *ankle*. Toygar⁽⁵¹⁾ berpendapat jika terjadi ruptur tendon achilles, masing-masing *stump* dari tendon ini akan mengalami *displaced* ke anterior sehingga sudut dari permukaan kulit sisi posterior *ankle* tidak lurus lagi, namun membentuk sudut sekitar 130-150°.



Gambar 5.4 Kager's triangle (anak panah).

Keterangan: gambar kiri menunjukkan ruptur tendon Achilles.⁽⁷⁴⁾

b. Ultrasonografi

Pemeriksaan USG mudah dilakukan dan dalam waktu cepat, diagnosis ruptur tendon achilles dapat ditegakkan. Namun pemeriksaan ini memiliki kelemahan, yaitu *operator dependent*. Sehingga dokter radiologi atau ortopedi yang kurang berpengalaman tidak dapat menegakkan diagnosis ruptur achilles secara pasti dengan modalitas ini.^(49,50)

c. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI)

Pemeriksaan ini relatif lebih mahal dibanding USG, dan tidak semua rumah sakit memiliki MRI. Kelebihan pemeriksaan MRI dibanding USG adalah pemeriksaan ini dapat mendeteksi adanya ruptur parsial pada tendon achilles. Sedangkan melalui pemeriksaan USG, ruptur parsial dapat terbaca sebagai *false negative*. Dengan MRI, juga dapat ditentukan seberapa parah persentase tendon achilles yang mengalami cedera, karena pemeriksaan ini cukup baik untuk mendeteksi kerusakan jaringan lunak.⁽⁴⁸⁾

5.2 Tatalaksana

5.2.1 Konservatif

Dilihat dari perkembangannya, tatalaksana konservatif atau non-bedah pada kasus ruptur tendon Achilles akut awalnya dilakukan dengan imobilisasi *casting* selama 6-8 minggu. Namun demikian, saat ini terapi konservatif mulai memperkenalkan metode rehabilitasi fungsional dan mobilisasi dini. Metode ini diyakini dapat memberikan hasil akhir yang tidak kalah dengan tatalaksana secara bedah ditinjau dari angka rekurensi ruptur, bahkan kelebihanannya adalah minimnya resiko infeksi dan komplikasi pasca bedah lain terkait luka pascaoperasi.⁽⁵¹⁾

Pada sebagian besar negara di dunia, ruptur tendon Achilles akut diterapi utamanya secara konservatif. Namun pemilihan tatalaksana konservatif yang optimal pun masih menjadi perdebatan hingga kini karena yang dimaksud dengan rehabilitasi fungsional sendiri cukup bervariasi, dapat berupa latihan gerak terkontrol secara dini (*early controlled motion*), menghindari tumpuan beban tubuh (*protected weight bearing*) atau dapat pula kombinasi keduanya. Bahkan lebih jauh lagi, alat rehabilitasi fungsional manakah yang paling efektif untuk diterapkan pada terapi konservatif pun masih bervariasi.⁽⁵²⁾

Secara prinsip, *early controlled motion* pada terapi konservatif ruptur tendon Achilles akut bertujuan untuk meningkatkan *mechanical loading* pada tendon yang sedang mengalami fase penyembuhan. *Loading* ini akan memicu mikrotrauma lokal pada tendon yang selanjutnya akan memperkuat *tendon callus*. Penelitian Schepull dan Aspenberg⁽⁵²⁾ menambahkan bahwa penderita ruptur tendon Achilles akut yang ditangani konservatif dan dilakukan *early motion* menunjukkan modulus elastisitas tendon yang lebih baik daripada yang ditangani dengan imobilisasi lama. Meskipun bervariasi, waktu yang cukup banyak digunakan sebagai rujukan untuk memulai *early functional rehabilitation motion* adalah setelah 1-2 minggu setelah imobilisasi *casting*, dengan terlebih dahulu dilakukan gerakan pemanasan (*gentle stretching*) dan latihan melawan tahanan (*resistance exercise*) yang dinaikkan progresif secara perlahan.^(52,53)



Gambar 5.5 Contoh produk *functional brace* komersial yang memperkenankan penderita melakukan gerakan plantar fleksi *ankle* statik dan dinamik namun membatasi gerakan dorsofleksi.⁽⁵³⁾

Adapun mengenai *protected weight bearing*, beberapa referensi menyebutkan bahwa *weight bearing* mulai diperkenankan bersamaan dengan dilakukannya *early ankle motion* (setelah 1-2 minggu pasca imobilisasi). *Weight bearing* ini dikatakan dapat menurunkan kejadian *stiffnees ankle* dan bahkan hampir tidak ada studi yang menunjukkan bahwa *early weight bearing* berkaitan dengan angka rekurensi ruptur, penurunan luaran klinis, ataupun perubahan karakter tendon secara mekanik. Dengan kata lain, secara umum *early weight bearing* pada tatalaksana konservatif ruptur tendon Achilles akut

memberikan hasil luaran klinis yang lebih baik dibandingkan *delayed* atau *non-weight bearing* berkaitan dengan *stiffness ankle* pasca imobilisasi.^(53,54)

Berikut adalah protokol rehabilitasi fungsional yang dapat digunakan baik pada terapi konservatif maupun pascaoperasi ruptur tendon Achilles akut.

Tabel 5.1 Protokol Rehabilitasi Fungsional Terapi Konservatif/ Pascaoperasi Ruptur Akut Tendo Achilles.⁽⁵⁴⁾

Waktu (minggu)	Protokol
0-2	<i>Posterior slab/splint</i> <i>Non-weight bearing</i> dengan 2 <i>crutch</i>
2-4	<i>Controlled ankle motion</i> <i>Protected weight bearing</i> dengan 2 <i>crutch</i> Plantar fleksi aktif, dorsofleksi aktif tidak melebihi posisi netral <i>plantigrade</i> , inversi/eversi di bawah posisi netral <i>Knee/hip exercise</i> <i>Non-weight bearing cardiovascular exercise</i>
4-6	Lanjutkan protokol minggu 2-4
6-8	Weight bearing as tolerated Slow dorsofleksi stretching Gradual resistance exercise
8-12	Lanjutkan progress latihan <i>range of motion</i> , latihan kekuatan dan propisepsi
>12	Lanjutkan progres latihan <i>range of motion</i> , latihan kekuatan dan propisepsi Tingkatkan <i>dynamic-weight bearing exercise</i>

Beberapa keterbatasan terapi konservatif bila dibandingkan dengan terapi *surgical* pada kasus ruptur tendon Achilles akut adalah angka rekurensi rupturnya lebih tinggi dibandingkan dengan pembedahan, terlebih bila protokol konservatif yang dijalankan adalah metode lama dengan imobilisasi selama 6-8 minggu. Selain itu kekuatan motoris plantar fleksi *ankle* pada penderita yang diterapi secara konservatif lebih rendah dibanding yang dilakukan pembedahan, dan waktu yang dibutuhkan penderita untuk dapat kembali bekerja juga lebih lama. Hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan

kecenderungan pemilihan terapi pembedahan pada penderita ruptur tendon Achilles akut yang berusia muda, aktif, atau berprofesi sebagai atlet.⁽⁵¹⁾

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan karena memengaruhi keberhasilan terapi konservatif pada kasus ruptur akut tendon Achilles.

1. Terapi konservatif atau terapi nonbedah, adalah istilah yang berbeda dengan tidak melakukan apa-apa. Protokol rehabilitasi fungsional harus dijalankan dan secara rutin dievaluasi secara ketat.
2. Sangat penting untuk menghindari gerakan dorsofleksi berlebihan pada minggu pertama terapi konservatif.
3. Perlu diberikan informasi yang sangat jelas kepada penderita bahwa proses penyembuhan tendon merupakan waktu yang sangat krusial sehingga penderita dihimbau untuk tidak melakukan gerakan *loading* tendon Achilles secara tiba-tiba ketika melakukan aktivitas sehari-hari (misalnya menaiki anak tangga) karena dapat meningkat resiko terjadinya ruptur kembali.
4. Waktu kapan penderita dapat kembali melakukan aktivitas sebagaimana sebelumnya juga harus mendapatkan perhatian. Sebaiknya aktivitas yang beresiko rendah dapat diperkenankan setelah 6 bulan, adapun aktivitas yang *high-impact* (misalnya sepak bola, pelari cepat, dan pemain *rugby*) baru diperkenankan kembali setelah kurang lebih 9 bulan.
5. Bila terjadi ruptur tendon Achilles tipe avulsi (dengan atau tanpa disertai avulsi fragmen tulang insersinya), maka mutlak dibutuhkan suatu terapi pembedahan.⁽⁵⁴⁾

5.2.2 Operatif

Tujuan dari terapi bedah pada ruptur akut tendon Achilles adalah untuk mempertahankan kekuatan tendon yang cukup selama proses penyembuhan tendon dan mempertahankan panjang tendon tanpa meningkatkan terjadinya risiko komplikasi. Beberapa teknik bedah digunakan untuk memperbaiki ruptur tendon Achilles antara lain dengan modifikasi teknik penjahitan, augmentasi, dan minimal invasif.⁽⁵⁵⁾

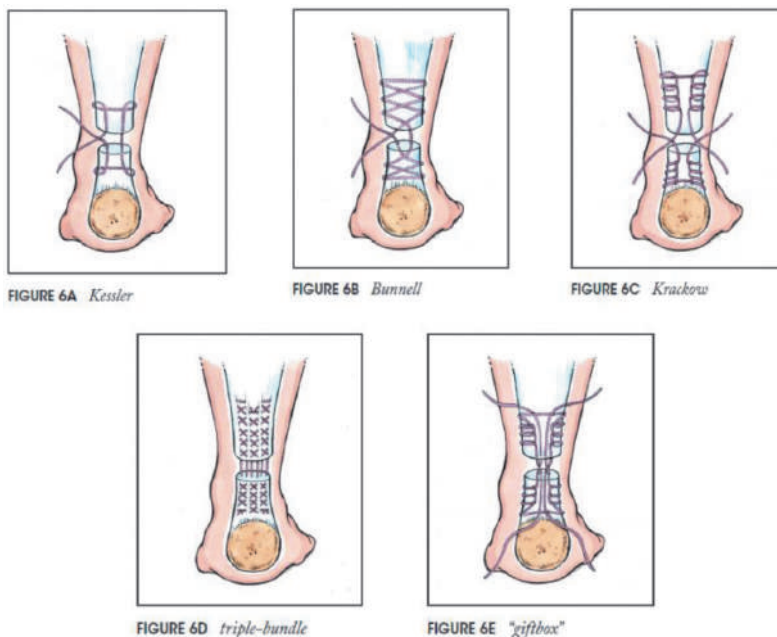
5.2.2.1 Teknik jahit

Pada *systematic review* tulisan Sadoghi *et al*⁽⁵⁵⁾, kekuatan berbagai teknik jahit tendon Achilles dianalisa menggunakan uji *cadaver* manusia. Teknik

jahit terbuka yang diuji adalah Kessler, Bunnell, *triple-bundle*, Krackow dan Giftbox (*modified* Krackow), sedangkan untuk mini invasif yang diuji adalah teknik Ma-Gruffith dan Achillon.^(55,56)

Kekuatan berbagai teknik jahit bervariasi antara 150-453 N. Teknik *triple bundle* merupakan teknik yang paling kuat. *Kessler*, *Krackow*, dan *Giftbox* menunjukkan hasil yang serupa, kurang lebih 170 N, sedangkan teknik *Bunnell* menghasilkan kekuatan yang sedikit lebih superior, yaitu 217 N. Teknik *minimal invasive* menunjukkan hasil yang lemah pada teknik Ma-Griffith (150 N), dan lebih kuat pada penggunaan Achillon (342 N). Model kadaver hewan memberikan hasil yang serupa di mana teknik *Kessler* paling lemah menahan gaya tarikan, *Krackow* paling kuat, dan teknik *Bunnell* di antara keduanya. Pada penelitian kadaver oleh Lee penambahan augmentasi jahitan *epitendinous* dengan teknik *criss cross* menunjukkan bahwa teknik tersebut lebih tahan terhadap gaya tarik daripada yang tidak diaugmentasi.⁽⁵⁷⁾

Shepard menunjukkan pada percobaan kadaver bahwa *repair* dengan augmentasi dengan jahitan epitenon memiliki resistensi yang lebih besar terhadap pembentukan *gap* dan meningkatkan daya tahan terhadap stres



Gambar 5.6 Macam-macam teknik penjahitan.⁽⁴⁷⁾

hingga 119%. Studi biomekanik pada tendon babi menunjukkan ketahanan terhadap stres tanpa adanya peningkatan ketebalan tendon yang berlebihan. Penelitian Kim pada tendon anjing menunjukkan bahwa *cross stitch* pada epitenon meningkatkan *tensile strength* sampai 245%. Mortensen dkk, melakukan percobaan acak yang membandingkan teknik *two strand* dan teknik *six strand*. Ujung tendon pasien diberi penanda logam yang dimasukkan pada saat operasi sehingga dapat dievaluasi jarak pergeseran antar ujung tendon. Pada penelitian tersebut tidak ada perbedaan antara kedua teknik tersebut dalam hal pergeseran tendon atau komplikasi yang terjadi.⁽⁵⁵⁻⁵⁷⁾

5.2.2.2 Augmentasi

Pajala dkk⁽⁵⁸⁾ mengelompokkan secara acak enam puluh pasien dengan perbaikan *end-to-end* yang menggunakan teknik *Krackow* atau perbaikan *augmented* dengan menggunakan fasia gastroknemius (*down-turned*) serta imobilisasi dan rehabilitasi yang sama pada kedua kelompok. Tidak ada perbedaan signifikan yang ditemukan antara kedua kelompok tersebut berdasarkan gejala dan evaluasi fungsional. Studi ini menyimpulkan bahwa perbaikan *augmented* tidak memiliki keuntungan lebih dibandingkan dengan perbaikan *end-to-end* pada *rupture* tendon Achilles yang akut. Studi acak lainnya terhadap tiga puluh pasien yang membandingkan antara jahitan *end-to-end* (teknik *Krackow*) dengan perbaikan *augmented* pada tendon plantaris dilakukan oleh Aktas *et al.*⁽⁵⁸⁾ Studi ini tidak dapat menemukan perbedaan signifikan yang mendukung antara tindakan pembedahan tambahan (*augmented*) dan perbaikan *end-to-end* yang direkomendasikan pada kasus *rupture* akut tendon Achilles.⁽⁵⁸⁾

5.2.2.3 Teknik *Minimal invasive*

Teknik *minimal invasive* atau *percutaneous* yang pertama untuk bedah tendon Achilles dijelaskan pada tahun 1977 oleh Ma dan Griffith. Tidak ada *reruptures* yang terjadi dalam penelitian mereka terhadap 18 pasien. Beberapa modifikasi dari teknik ini telah dilakukan dan penelitian terkontrol secara acak dilakukan oleh Lim *et al.*⁽⁵⁹⁾ Dalam penelitian ini, 66 pasien diberikan tindakan secara acak baik untuk perbaikan perkutan atau perbaikan bedah terbuka. Karena tingkat infeksi yang jauh lebih rendah pada kelompok

perkutan dan hasil kosmetik yang lebih baik, mereka menyimpulkan bahwa teknik ini lebih unggul.⁽⁵⁹⁾

Khan dkk membandingkan perawatan bedah terbuka dengan perawatan bedah perkutan dalam tinjauan sistematis dan mencakup dua penelitian (94 pasien). Mereka menemukan bahwa tingkat *rerupture* 4,3% dalam perawatan bedah terbuka dan 2,1% pada kelompok yang ditangani secara perkutan.⁽⁵⁹⁾

Dalam meta-analisis dari kolaborasi Cochrane oleh Khan *et al.*, dari empat penelitian kecil (n = 174) yang membandingkan operasi terbuka dan perkutan, tidak ada penurunan signifikan yang dapat ditunjukkan pada tingkat *rerupture* dalam operasi perkutan dibandingkan dengan perbaikan bedah terbuka. Ada tingkat infeksi yang jauh lebih tinggi pada kelompok bedah terbuka dibandingkan dengan kelompok perkutan.⁽⁵⁹⁾

Hanya satu pasien dari keempat penelitian yang dilaporkan mengalami cedera saraf *sural* pada kelompok perkutan yang ditangani. Tingkat cedera saraf *sural* yang rendah ini dalam perawatan perkutan kontras dengan studi *case-control* oleh Majewski *et al.* yang melaporkan adanya insiden sebanyak 18% terkait dengan komplikasi saraf *sural*. Dalam sebuah studi oleh Cretnik dkk, kejadian kerusakan saraf *sural* adalah 4,8%. Berdasarkan hal tersebut, Cochrane menemukan bahwa kelompok yang ditangani secara perkutan menunjukkan kecenderungan tingkat komplikasi yang lebih rendah.⁽⁵⁹⁾

Metz *et al.*⁽⁶⁰⁾ menerbitkan rangkaian kasus retrospektif dari 340 pasien yang diterapi dengan perbaikan mini invasif dari ruptur akut tendon Achilles dan 211 pasien dilakukan evaluasi ulang dan mengembalikan kuesioner yang lengkap. Rata-rata *follow-up* adalah 6 tahun dan, pada saat itu, rata-rata dari ATRS 84, insiden dari *rerupture* 8% dan ditemukan cedera saraf *sural* sebanyak 19%. Satu pasien mengalami infeksi luka yang parah dan 6% mengalami komplikasi ringan dari penyembuhan luka. Meskipun demikian, mereka menyimpulkan bahwa hasil jangka panjangnya sangat baik.⁽⁶⁰⁾

RUPTUR KRONIK TENDON ACHILLES

6.1 Diagnosis

6.1.1 Anamnesis

Ruptur tendon Achilles kronik umumnya merupakan ruptur Achilles yang tidak terdiagnosis sebelumnya, ataupun tidak disadari oleh pasien. Keluhan utama pasien berupa nyeri tajam mendadak di betis, seperti ditendang dari belakang saat berolahraga.⁽⁶³⁾ Kadangkala keluhan dapat berupa nyeri berulang di tumit dengan riwayat trauma minor. Selain itu, pasien juga mengeluhkan sulit melakukan aktivitas sehari-hari seperti berjalan menanjak atau menaiki tangga.⁽¹⁰⁾ Pasien juga tidak mampu berjinjit.^(3,8,64)

Diagnosis ruptur Achilles akut dapat segera ditegakkan apabila riwayat dan pemeriksaan fisik jelas. Namun kadangkala seperlima di antaranya tidak terdiagnosis.⁽⁶⁵⁾ Penelitian oleh Nestorson *et al*, menunjukkan 9 dari 35 pasien lanjut usia (36%) tidak terdiagnosis ruptur Achilles pada saat trauma yang mengakibatkan keterlambatan penanganan lebih dari 1 minggu.⁽⁶⁴⁾

Saat cedera pasien menjadi kronis, nyeri dan bengkak telah berkurang, dan celah antara ujung-ujung tendon telah terisi jaringan *fibrotic*.^(5,21,64) Gerakan plantar fleksi aktif masih dapat dilakukan, walaupun lemah, melalui gerakan otot-otot tibialis posterior, *Flexor Hallucis longus*, *flexor digitorum longus*, dan peroneus. Fungsi yang tersisa ini menyulitkan penegakan diagnosis secara

klinis.⁽⁶⁶⁾ Pasien dapat pula mengeluh sulit berjalan ataupun pincang.⁽⁶⁷⁾ Bila didapatkan kecurigaan ruptur Achilles kronis, sejumlah pemeriksaan khusus dapat menunjang penegakan diagnosis.

6.1.2 Pemeriksaan Fisik

Pada inspeksi, dapat terlihat celah pada daerah yang ruptur. Otot betis tampak atrofi. Otot-otot fleksor jari kaki dapat mengkompensasi fungsi kompleks gastroknemius-soleus yang hilang, sehingga kaki pasien akan tampak *claw toes* dan arkus medial kaki akan tampak lebih tinggi.

Thompson test (calf squeeze test) pertama kali diperkenalkan oleh Simmonds pada 1957.⁽⁶⁸⁾ Pasien diposisikan tengkurap pada meja pemeriksaan dengan kedua kaki menggantung dari tepi meja. Apabila tendon Achilles intak, remasan pada betis akan membuat kaki menjadi plantar fleksi, karena tendon yang menghubungkan kompleks gastroknemius-soleus dengan kalkaneus masih intak. Apabila tendon Achilles ruptur, kemampuan kaki untuk plantar fleksi akan berkurang apabila dibandingkan dengan sisi yang sehat.

Matles test juga dilakukan dalam kondisi pasien tengkurap.⁽⁷⁰⁾ Lutut difleksikan 90°. Engkel pada sisi yang ruptur akan berada dalam posisi yang lebih dorsofleksi bila dibandingkan dengan sisi yang sehat. Hal ini disebabkan hilangnya tensi regangan yang normalnya dihasilkan oleh tendon yang menghubungkan kompleks gastroknemius-soleus dengan kalkaneus dan mengakibatkan gravitasi menarik kaki dalam posisi yang lebih dorsofleksi dibandingkan sisi sehat.

Pasien juga diposisikan tengkurap pada *O'Brien needle test*.⁽⁷¹⁾ Pada pemeriksaan ini jarum hipodermik dimasukkan di *midline* 10 cm proksimal dari insersi Achilles pada kalkaneus, sehingga ujung jarum akan berada dalam tendon. Pemeriksa mendorsofleksikan dan memplantarfleksikan engkel. Jika pemeriksa secara manual mendorsofleksikan kaki pasien dan jarum bergerak ke arah proksimal, maka area tendon dinyatakan intak, bila tidak, maka kemungkinan tendon Achilles ruptur.

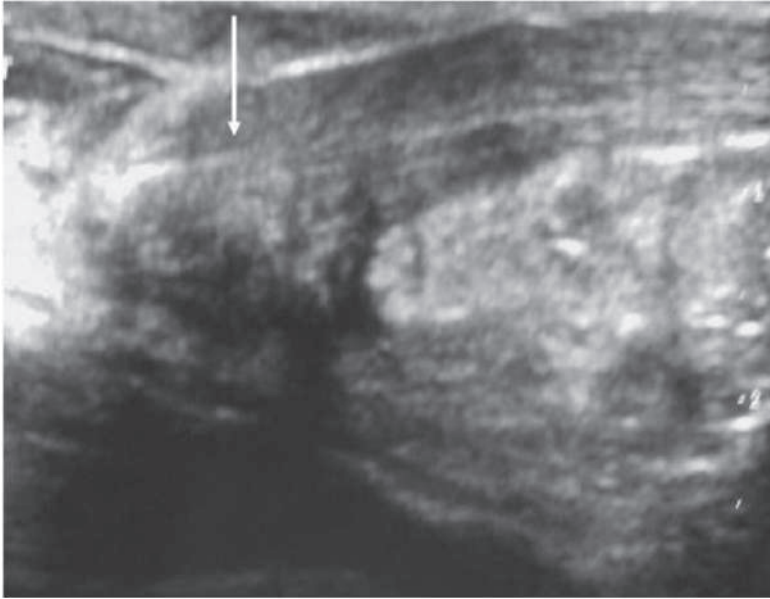
Copeland menjabarkan tes yang dilakukan dengan sphygmomanometer.⁽⁷²⁾ Manset sphygmomanometer dilingkarkan di tengah betis dengan pasien diposisikan pronasi. Manset dikembangkan hingga 100 mmHg dengan kaki plantar fleksi. Pemeriksa kemudian mendorsofleksikan kaki, bila tekanan meningkat hingga kurang lebih 140 mmHg, *musculotendinous* diperkirakan

intak. Bila tekanan tetap sama saat dilakukan dorsofleksi, maka kemungkinan ada ruptur tendon Achilles. Bila dua dari tes di atas positif, dapat dipastikan ada ruptur dari tendon Achilles.⁽⁵⁾

6.1.3 Pencitraan

Rontgen lateral engkel dapat membantu dalam penegakan diagnosis ruptur tendon Achilles. Contohnya, segitiga Kager, ruang kecil berisi lemak di antara sisi anterior tendon Achilles, sisi posterior tibia, dan sisi superior kalkaneus dapat berubah bentuknya apabila ada ruptur dari tendon Achilles. Selain itu, perubahan kontur distal tendon karena hilangnya tonus juga dapat terlihat.⁽⁷³⁾ Rontgen juga dapat membantu dalam menyingkirkan diagnosis banding lainnya, seperti avulsi kalkaneus atau cedera *osseus* lainnya.⁽⁶⁶⁾ Kalsifikasi pada *stump* distal tendon Achilles kadang-kadang tampak pada pasien dengan ruptur kronik tendon Achilles.⁽⁶⁷⁾

Ultrasonografi (USG) resolusi tinggi dan *real time* dapat menjadi pilihan pemeriksaan penunjang yang murah, cepat, dan dinamis.⁽⁷⁵⁾ Namun, USG memiliki kekurangan untuk interprestasinya sangat bergantung pada operator yang terlatih dan berpengalaman. Serabut-serabut kolagen longitudinal tendon Achilles memantulkan energi ultrasonik, dan tampak paling jelas bila menggunakan *probe* USG frekuensi tinggi.⁽⁷⁶⁾ Tendon normal akan tampak berupa pita hipoekogenik di antara pita-pita hiperekogenik. Pita-pita ini terpisah saat tendon dalam kondisi relaks, dan akan merapat bila tendon dalam kondisi tegang. Bila tendon Achilles ruptur, akan tampak gambaran diskontinuitas pada ultrasonografi, dengan peningkatan atau penurunan ekogenisitas, bergantung kronisitas ruptur tersebut (Gambar 6.1).⁽⁷⁷⁾



Gambar 6.1 Gambaran USG ruptur Achilles kronik. **Keterangan:** kontur normal tendon hilang, dengan hiperekogenitas, dan *stump* distal tampak membulat (panah).⁽⁸⁾

MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) merupakan modalitas yang dapat menunjukkan secara detail mengenai kondisi ujung-ujung dari tendon Achilles yang ruptur.⁽⁷⁸⁾ Tendon Achilles yang normal akan nampak berupa area hipointensitas pada semua irisan, dengan tepi tajam tanpa adanya defek fokal. Barisan pita gelap dari tendon dapat dibedakan dengan jaringan lemak pre-Achilles yang tampak berupa gambaran hiperintensitas.⁽⁷⁸⁾ Ruptur kronik Achilles akan nampak berupa area hipointensitas pada T1, dan pada T2 berupa gambaran diskontinuitas dan perubahan intensitas. Gambaran ini akan nampak paling jelas dengan irisan sagital (Gambar 6.2).



Gambar 6.2 Gambaran ruptur Achilles pada MRI. **Keterangan:** kedua panah menunjukkan ujung-ujung tendon, area di antaranya adalah celah di antara kedua ujung tendon.⁽⁷⁾

6.2 Tatalaksana

6.2.1 Konservatif

Christensen melaporkan kasus serial 51 pasien dengan 57 ruptur Achilles, hampir dua pertiganya merupakan ruptur kronik. Ruptur kronik Achilles yang diterapi konservatif sebanyak 18 pasien, dikarenakan pasien menolak tindakan operasi maupun kontraindikasi untuk dilakukan operasi (7 pasien), atau karena ruptur baru terjadi beberapa bulan sebelumnya dan *triceps surae* menunjukkan perbaikan kekuatan otot secara klinis (11 pasien), sehingga tidak dilakukan terapi lanjutan baik berupa konservatif maupun operatif. Hasil yang cukup memuaskan tampak pada 10 dari 18 pasien ini, yang ditandai dengan pola jalan yang normal, pasien dapat kembali ke aktivitas pekerjaan sebelumnya, dan ketidaknyamanan yang minimal. Walaupun begitu, perbaikan klinis ini diperoleh dengan lamban, kadang-kadang hingga bertahun-tahun.^(7,14) Hasil ini kurang baik apabila dibandingkan dengan

pasien-pasien yang ditangani secara operatif. Pada 29 pasien yang dilakukan tindakan operatif, kesemuanya menunjukkan hasil yang memuaskan.⁽¹⁴⁾

Terapi konservatif dapat diindikasikan pada pasien-pasien dengan komorbiditas, semisal penyakit pembuluh darah perifer. Terapi konservatif juga dapat dipertimbangkan untuk pasien yang tidak mengeluhkan defisit fungsional yang signifikan dan mampu melakukan aktivitas sehari-hari.⁽⁵⁷⁾ Pada pasien yang dilakukan penanganan konservatif, *ankle-foot orthosis* mungkin dapat bermanfaat.⁽⁵⁷⁾

6.2.2 Operatif

Operasi adalah pilihan utama untuk terapi ruptur kronik tendo Achilles⁽⁶⁾, namun hingga saat ini tidak ada acuan mengenai manakah teknik operasi yang paling baik.⁽⁷⁹⁾ Ada beberapa peneliti yang memberikan rekomendasi teknik operasi.^(3,8,57,80)

Tujuan penanganan operatif adalah mengembalikan panjang normal dan tegangan kompleks tendon Achilles.^(81,82) Kangas dan kolega melaporkan bahwa pasien dengan elongasi yang lebih panjang mengakibatkan hasil klinis yang lebih jelek.⁽⁸³⁾ Beberapa pasien mungkin membutuhkan *tissue expander* untuk menurunkan tegangan jaringan saat penutupan luka pasca rekonstruksi.⁽³⁾

6.2.2.1 *Turndown Flap*

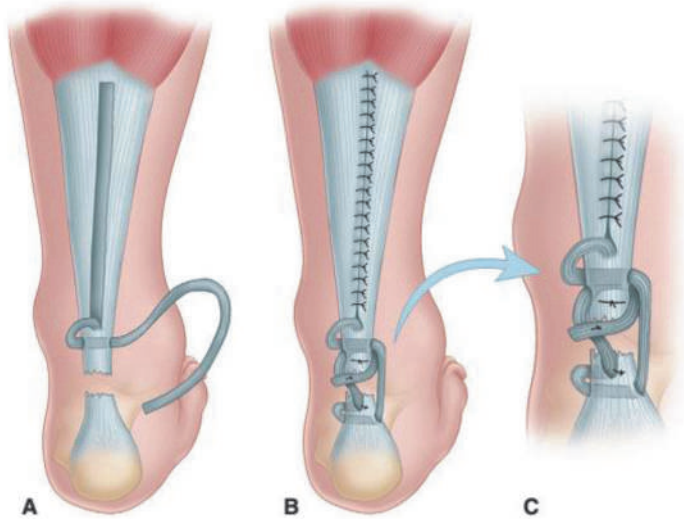
Christensen pada 1953 melakukan rekonstruksi ruptur akut dan kronik tendon Achilles dengan *turndown flap*. *Flap* berukuran 2 cm x 10 cm diambil dari *stump* proksimal (*distal based*), dan dilipatkan untuk menutup defek. Sebanyak 29 dari 39 pasien mendapatkan hasil yang memuaskan.⁽¹⁴⁾

Silfverskiold melakukan prosedur yang sama, tapi dengan merotasikan *flap* 180° sehingga sisi halus tendon akan tetap di superfisial⁽⁸⁴⁾. Arner *et al* menggunakan 2 *flap*, yaitu *flap* di sisi medial dan *flap* di sisi lateral, keduanya dirotasikan dengan arah yang berlainan.⁽⁷³⁾ Gerdes *et al* pada penelitian *cadaver* menunjukkan bahwa dengan menggunakan augmentasi *flap*, kekuatannya 41% lebih tinggi daripada *end to end repair* saja ($217,5 \pm 44,7$ N dibandingkan dengan $153,9 \pm 30,2$ N) 46. Rush menggunakan aponeurosis kompleks otot gastroknemius-soleus yang dibentuk menyerupai tabung untuk rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles, dengan 5 pasien menunjukkan hasil yang baik.⁽⁶¹⁾ Bosworth dalam penelitian terhadap 7 pasien menggunakan irisan

Tabel 6.1 Rekomendasi terapi pada ruptur kronik tendon Achilles^(3,8,57,80)

Myerson	Kuwada	Den Hartog	Maffulli dan Ajiis
Myerson tipe 1 (celah < 2cm)	Kuwada tipe I (ruptur parsial)	Celah < 2 cm	- End to end repair bila memungkinkan
- End to end repair		- End to end repair	- Transfer peroneus brevis bila end to end tidak memungkinkan
- Fasciotomi kompartemen posterior	- Imobilisasi dengan gips		- Transfer FDL bila peroneus brevis tidak dapat dilakukan karena celah terlalu besar
Myerson tipe 2 (celah 2-5 cm)	Kuwada tipe II (celah < 3 cm)	Celah 2-5 cm	- Hindari graft sintesis
- V-Y	- End to end repair	- Transfer FHL	- Autograft gracilis atau semitendinosus pada celah > 6,5 cm dan viabilitas tendon lokal tidak mencukupi
- Transfer FHL bila kualitas otot gastroknemius kurang baik	- End to end repair	- Dapat ditambahkan V-Y atau reseksi gastroknemius	
Myerson tipe 3 (celah > 5 cm)	Kuwada tipe III (celah 3-6 cm pasca debridement)	Celah > 5 cm	
- Transfer FHL	- Autogenous tendon flap (turndown flap)	- Transfer proksimal FHL	
- V-Y dikombinasikan dengan transfer tendon	- Graft sintesis dapat digunakan untuk augmentasi)	- Augmentasi dengan turndown flap	
	Kuwada tipe 4 (celah > 6 cm pasca debridement)	Celah > 10 cm	
	- Reseksi gastroknemius	- Transfer FHL	
	- Free tendon graft atau graft sintesis	- Allograft Achilles	

sisi superfisial *stump* tendon proksimal yang dianyamkan melalui tendon yang ruptur dan dijahitkan (Gambar 6.3). Semua pasien tidak menunjukkan komplikasi saat dievaluasi rata-rata 10 tahun pascaoperasi.⁽⁵⁶⁾

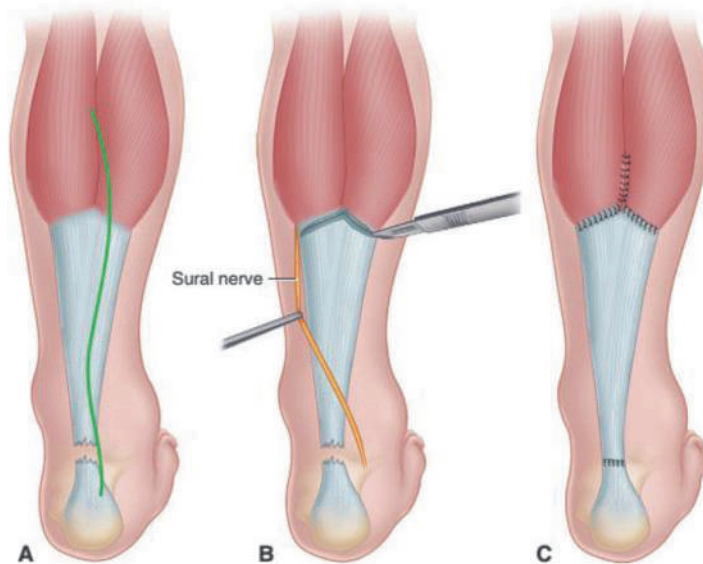


Gambar 6.3 *Turndown flap* (modifikasi Bosworth).⁽⁸⁵⁾

6.2.2.2 *Tendon Advancement (V-Y Tendon Alignment)*

Prosedur ini pertama kali diperkenalkan oleh Abraham dan Pankovich pada 1975 untuk terapi ruptur kronik tendon Achilles.⁽⁶⁰⁾ Tujuan prosedur ini adalah untuk mendapatkan anastomosis ujung-ujung tendon dengan membuat insisi V terbalik (*inverted V*) pada bagian proksimal tendon, dan direkonstruksi membentuk Y (Gambar 6.4). Pada studi tersebut, dari kontrol ulang yang dilakukan 9-15 bulan pascaoperasi, 3 dari 4 pasien kekuatan otot *triceps surae* dapat kembali pulih, dan mampu berjinjit dengan satu kaki seperti sisi yang normal. Pada penelitian serupa yang dilakukan oleh Leitner *et al*, Kissel *et al* (dengan augmentasi tendon plantaris), serta Parker dan Repinecz (dengan reseksi modifikasi Strayer gastroknemius untuk menutup defek), didapatkan hasil yang baik.⁽⁸⁶⁻⁸⁸⁾ Namun, hasil penelitian-penelitian tersebut masih perlu dievaluasi ulang karena jumlah sampel yang sedikit dan studi yang kurang tertata baik.⁽⁸⁾

V-Y dan *turndown flap* telah dikombinasikan, dan memberikan hasil yang bagus.⁽⁸⁹⁾ Mulier *et al* membandingkan 10 pasien yang diterapi dengan *gastrocnemius turndown flap* saja (grup 1) dengan 9 pasien yang diterapi dengan *gastrocnemius turndown flap* dikombinasikan dengan transfer *Flexor Hallucis longus* (grup 2). Evaluasi isokinetik dinamometri, kekuatan otot, dan luas gerakan sendi pada grup 2 lebih baik daripada grup 1.⁽⁹⁰⁾

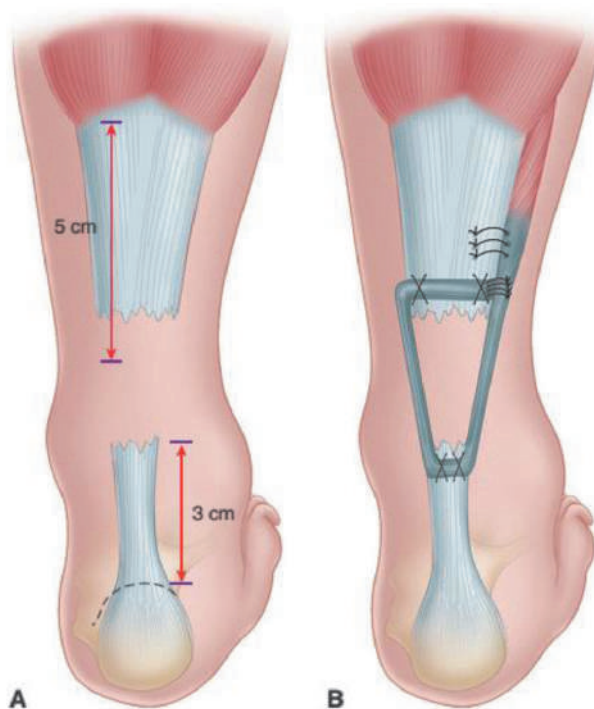


Gambar 6.4 Rekonstruksi tendon Achilles dengan V-Y tendon alignment.⁽⁸⁵⁾

6.2.2.3 Transfer Peroneus Brevis

Penggunaan tendon peroneus brevis dalam rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles pertama kali dipopulerkan oleh Perez Teuffer.⁽⁹¹⁾ Tendon diambil dari insersinya di basis metakarpal V dan dilewatkan melalui lubang *transosseus* yang dibor pada kalkaneus. Tendon diarahkan kembali ke ototnya dan dijahitkan melewati tendon Achilles (Gambar 6.5). Awalnya prosedur ini digunakan pada 30 pasien ruptur akut, dengan 28 di antaranya dapat kembali ke aktivitas olahraga semula. Teknik ini kemudian dikembangkan juga pada ruptur kronik tendon Achilles. Turco dan Spinella memodifikasinya dengan melewati tendon tidak melalui kalkaneus, melainkan *stump* distal tendon

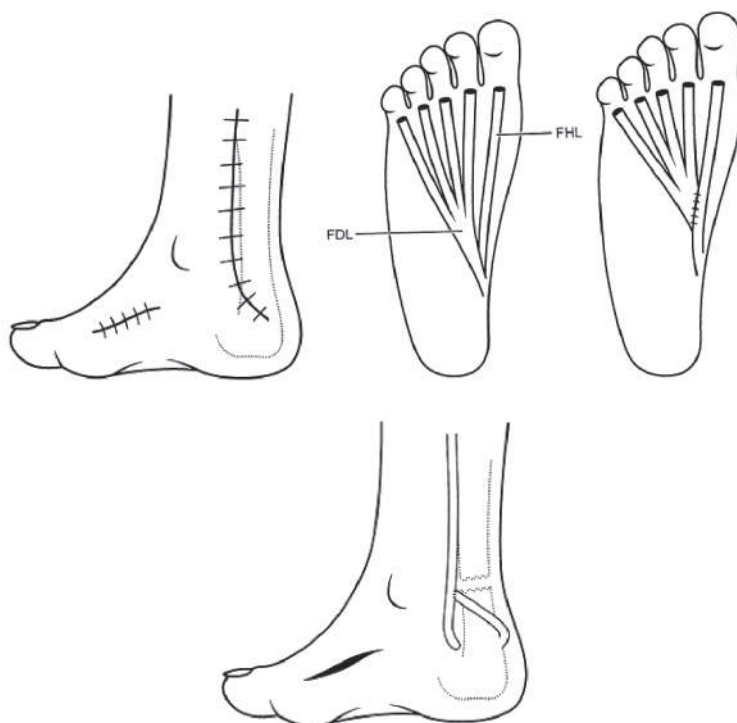
Achilles.⁽⁹²⁾ Miskulin *et al* melakukan modifikasi teknik ini pada 5 pasien dengan melewati tendon *peroneus* tidak melalui kalkaneus, melainkan melalui *stump* distal tendon Achilles serta diaugmentasi dengan tendon plantaris. Pada evaluasi pascaoperasi didapatkan peningkatan kekuatan plantar fleksi dan tanpa komplikasi.⁽⁹³⁾ Pada prosedur yang dilakukan McClelland dan Maffulli, insisi dari sisi medial, dan *stump* *peroneus brevis* ditarik melalui *retinaculum peroneus*, sehingga mempertahankan vaskularisasi dari septum intermuskularis. Tendon *peroneus brevis* kemudian dianyamkan melalui insisi koronal kecil pada *stump* distal dan proksimal tendon Achilles. Bila tendon plantaris masih intact, tendon ini digunakan untuk augmentasi.⁽⁹⁴⁾ Beberapa peneliti berpendapat bahwa teknik ini dapat mengurangi kekuatan eversi engkel dan mengganggu keseimbangan antara inversi dan eversi kaki.^(57,67,95) Namun, hal ini masih diragukan karena kekuatan eversi *peroneus brevis* hanya separuh dari *peroneus longus*.⁽⁸⁾



Gambar 6.5 Graft *peroneus brevis* (modifikasi Maffulli).⁽⁸⁵⁾

6.2.2.4 Transfer *Flexor Digitorum Longus*

Mann *et al* menggunakan tendon *flexor digitorum longus* pada 7 pasien.⁽⁶⁷⁾ Insisi *hockey stick* digunakan untuk identifikasi tendon Achilles, sedangkan insisi lainnya untuk identifikasi tendon *flexor digitorum longus*. Tendon *flexor digitorum longus* kemudian ditranseksi sebelum terbagi menjadi percabangan ke digiti masing-masing. Ujung *stump* distal dijahitkan ke tendon *Flexor Hallucis longus* di dekatnya. Ujung bebas tendon *flexor digitorum longus* kemudian dilewatkan melalui insisi koronal kecil di ujung distal Achilles tendon, kemudian dilewatkan di ujung proksimal tendon Achilles dengan insisi serupa (Gambar 6.6). *Turndown flap* dari *fascia* proksimal digunakan untuk augmentasi. Pada evaluasi 39 bulan pascaoperasi, 6 dari 7 pasien tersebut menunjukkan hasil yang baik tanpa terjadi ruptur ulang dan tanpa disabilitas fungsional dari hilangnya *flexor digitorum longus*.

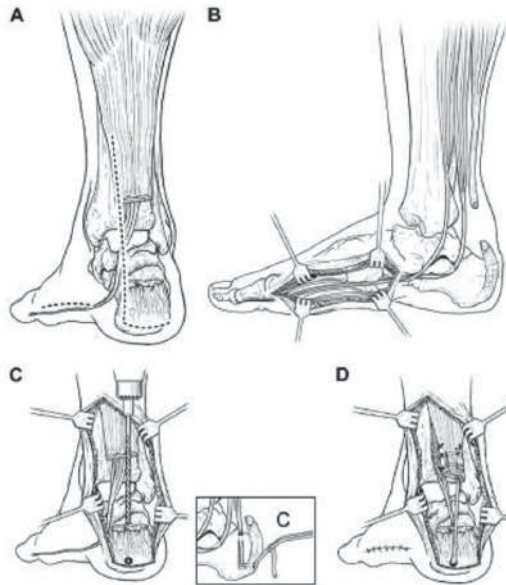


Gambar 6.6 Transfer tendon *flexor digitorum longus* ⁽⁸⁾

Tendon ditranseksi sebelum percabangan. Ujung *stump* distalnya dianastomosiskan ke tendon *Flexor Hallucis longus*. Tendon proksimalnya dilewatkan melalui lubang transversal yang dibor pada kalkaneus. Transfer tendon *flexor digitorum longus* memungkinkan dipertahankan fungsinya sebagai plantar fleksor kaki. Namun, total kekuatannya untuk plantar fleksi kaki sangat rendah bila dibandingkan dengan kompleks gastroknemius-soleus, sehingga bila hanya menggunakan prosedur ini saja tidak dapat menggantikan kekuatan motoris kompleks gastroknemius-soleus.⁽⁶⁷⁾

6.2.2.5 Transfer *Flexor Hallucis longus*

Tendon *flexor hallucis longus* memiliki ukuran yang panjang yang mampu menjembatani defek besar tendon Achilles. Ketika ditransfer, keseimbangan otot engkel juga tidak berubah, karena keduanya merupakan otot plantar fleksor. Namun, pada atlet olahraga atletik yang dilakukan prosedur ini, mengeluh kesulitan saat berlari, dikarenakan hilangnya kekuatan dorongan dari jempol kaki. Wapner *et al* menggunakan teknik ini pada 7 pasien. Saat tendon *flexor hallucis longus* sudah diambil, ahli bedah melewatkannya melalui lubang yang dibor pada kalkaneus dan dianyamkan melalui ujung-ujung tendon Achilles yang ruptur (Gambar 6.7).⁽⁹⁵⁾ Ujung distal tendon *flexor hallucis longus* ditenodesiskan pada tendon *flexor digitorum longus* jari kedua. Pada evaluasi pascaoperasi, 3 pasien memberikan hasil yang sangat baik, 3 pasien baik, dan 1 pasien sedang. Kesemua pasien mengalami hilangnya luas gerak sendi engkel dan jempol kaki, namun tidak dikeluhkan secara fungsional. Kekuatan isokinetik menunjukkan penurunan sebesar 29,5% dibandingkan sisi sehat. Gangguan fungsional sekunder karena pengambilan tendon *flexor hallucis longus* tidak didapatkan. Keuntungan menggunakan teknik ini adalah lebih kuat daripada transfer peroneus brevis ataupun *flexor digitorum longus*, ukuran tendon yang panjang dan kuat, dan sumbu kontraksi *flexor hallucis longus* menyerupai tendon Achilles, dan kontraksi *flexor hallucis longus* seirama dengan kompleks gastroknemius-soleus. Letaknya yang dekat secara anatomis memudahkan operasi, tanpa perlu membuka kompartemen lainnya, dan ototnya membantu menyuplai vaskularisasi ke *stump* distal tendon Achilles.



Gambar 6.7 Transfer tendon *flexor hallucis longus*.⁽⁷⁾

6.2.2.6 Graft Tendon Gracilis

Beberapa ahli melaporkan penggunaan *graft* tendon *gracilis* untuk rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles, dikarenakan defek tendon >6 cm. Insisi dilakukan pada pes anserinus, dan tendon diambil dengan *tendon stripper*. Bila tendon plantaris masih intact, dapat digunakan untuk augmentasi. Evaluasi dari 21 pasien selama rata-rata 28 bulan pascaoperasi, 2 menunjukkan hasil sangat baik, 15 baik, dan 4 sedang.⁽⁸²⁾



Gambar 6.8 *Graft gracilis* untuk rekonstruksi tendon Achilles.⁽⁸⁾

6.2.2.7 Graft Fascia Lata

Penggunaan *fascia lata* untuk rekonstruksi dan augmentasi ruptur tendon Achilles memberikan hasil yang bagus untuk fungsional dan kosmetik pada 12 bulan pascaoperasi.^(54,62) Bugg dan Boyd melakukan rekonstruksi pada 21 pasien, 10 di antaranya kronik. Mereka menjembatani celah tendon Achilles dengan 3 strip *fascia lata*, kemudian selembur *fascia lata* dibungkuskan membentuk tabung, dengan permukaan serosa menghadap ke luar, jahitan menghadap ke anterior, dan dijahitkan pada *stump* proksimal dan distal. Jahitan tarik dengan kawat juga digunakan.⁽⁹⁶⁾

6.2.2.8 Graft Tendon Semitendinosus

Maffulli *et al* melakukan rekonstruksi dengan *graft* tendon semitendinosus pada 2008 menggunakan teknik minimal invasif (Gambar 6.9).⁽⁹⁷⁾ Dengan teknik ini, memungkinkan untuk dilakukan rekonstruksi pada ruptur tendon Achilles dengan defek lebih dari 6 cm. Selain itu, preservasi integritas kulit pada luka paska operasi lebih baik. Sarzaeem *et al* melakukan rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles dengan menggunakan *graft* tendon semitendinosus pada 11 pasien. Hasil pascaoperasinya yang dievaluasi menggunakan AOFAS dan ATRS menunjukkan hasil klinis dan fungsional yang baik.⁽⁹⁸⁾



Gambar 6.9 Rekonstruksi ruptur tendon Achilles dengan *graft* tendon semitendinosus.⁽⁹⁷⁾

6.2.2.9 Allograft

Nellas *et al* melaporkan penggunaan 2 strip *allograft* tendon Achilles beku-kering pada 1 pasien untuk rekonstruksi defek sebesar 4,5cm paska *debridement* infeksi luka karena operasi awal. Evaluasi paska 30 bulan menunjukkan hasil fungsional yang baik namun dengan kekuatan otot yang lebih lemah bila dibandingkan sisi sehat.⁽¹⁰⁰⁾

6.2.2.10 Graft Sintetik

Penggunaan *graft* sintetik menghindari komplikasi dari tempat donor, namun secara teoritis meningkatkan risiko infeksi. Howard *et al* menggunakan *graft* sintetik serat karbon untuk rekonstruksi 5 pasien dengan ruptur kronik tendon Achilles. Evaluasi 4-19 bulan pascaoperasi menunjukkan rata-rata kekuatan plantar fleksi *ankle* sebesar 88% dibandingkan sisi sehat (40,8 kg berbanding 45,46 kg).⁽¹⁰¹⁾ Parson *et al* menggunakan serat karbon yang dapat diserap pada 48 pasien dengan 52 ruptur tendon Achilles, 27 di antaranya kronik.⁽¹⁰²⁾ Setahun pascaoperasi, 45 (87%) dari 52 rekonstruksi tersebut memperoleh hasil yang baik atau sangat baik. Namun didapatkan komplikasi berupa 2 ruptur ulang, 2 infeksi dalam, dan 3 infeksi superfisial. Sebuah penelitian penggunaan serat karbon pada domba menunjukkan bahwa fragmen serat karbon berkaitan dengan rendahnya produksi kolagen.⁽¹⁰²⁾ Dengan implantasi serat poliester, neotendon akan lebih tebal, kolagen lebih banyak, dan lebih erat. Ozaki *et al* menggunakan 3 lapis jaring *polypropylene* untuk ruptur tendon Achilles kronik dengan defek 5-12 cm pada 6 pasien, dengan hasil yang memuaskan (kekuatan plantar fleksi 94% dan tanpa komplikasi).⁽¹⁰³⁾ *Graft vascular Dacron* juga dapat digunakan, dan memberikan hasil yang baik atau sangat baik pada ruptur akut.⁽¹⁰⁴⁾ Jennings dan Sefton menggunakan pita poliester dengan jahitan tipe Bunnel untuk terapi 16 pasien ruptur kronik tendon Achilles.⁽¹³⁾ Pascaoperasi, 1 pasien membutuhkan pengangkatan pita, 1 pasien dengan cedera saraf sural, dan 3 pasien dengan infeksi luka superfisial. Tidak didapatkan ruptur ulang pada evaluasi 3 tahun kemudian.⁽¹³⁾

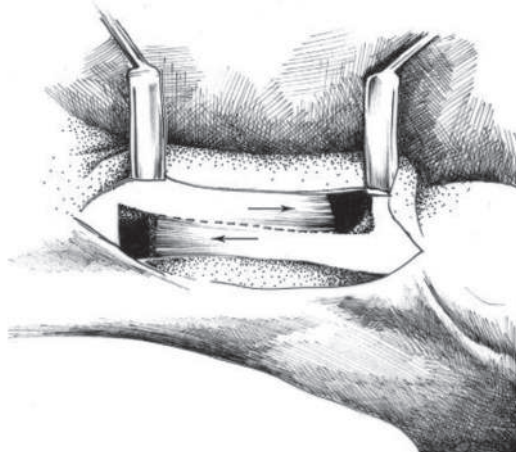
6.2.2.11 Interposisi Jaringan Parut

Yasuda *et al* menemukan bahwa jaringan parut di antara kedua ujung tendon Achilles yang ruptur cukup kuat untuk menahan gaya regangan yang

besar.⁽⁵⁸⁾ Penelitian ini hanya meliputi 6 pasien dengan penebalan tendon pada MRI, yang diperkirakan terdapat pembentukan jaringan parut aktif dan penyembuhan dengan serat kolagen padat disertai proliferasi fibroblas dan pembuluh darah. Peneliti mereseksi sepertiga tengah interposisi jaringan parut dan menjahitnya dengan jahitan Krackow. Pemeriksaan histologis menunjukkan jaringan yang direseksi memiliki serat kolagen pada pembuluh darah dan tidak didapatkan perubahan degeneratif. Pascaoperasi, tidak ada pasien yang mengeluhkan kesulitan berjalan ataupun menaiki tangga, dan kesemuanya mampu berjinjit dengan satu kaki. Rerata AOFAS *ankle-hindfoot score preoperative* adalah 88,2 berbanding 98,3 (*postoperative* rata-rata 31 bulan), dengan perbedaan yang signifikan ($p=0,05$).⁽⁵⁸⁾

6.2.2.12 Z-Shortening Procedure

Pada beberapa pasien, ruptur tendon Achilles dapat sembuh dengan sendirinya dan tidak didapatkan adanya celah pada inspeksi maupun palpasi. Namun, pasien memiliki pemanjangan kompleks gastrocnemius-soleus tendon Achilles, tes Matles positif, tes Thompson meragukan, dan berkurangnya kekuatan dorongan plantar fleksi. Intraoperatif tendon tampak intact. Namun bila paratenon dibuka, didapatkan jaringan parut sepanjang tendon. Pada pasien-pasien ini, Maffulli *et al* melakukan *Z-shortening procedure*, dengan harapan pemendekan tendon akan menghasilkan equinus yang lebih besar daripada sisi kontralateral (Gambar 6.10).⁽⁸⁾



Gambar 6.10 *Z-shortening procedure.*⁽⁸⁾

6.2.2.13 Teknik Minimal Invasif dan Endoskopi

Pada pasien-pasien dengan ruptur kronik Achilles, kulit di atas defek akan mengalami retraksi. Pada saat operasi, kulit tersebut akan diinsisi dan diregangkan untuk membuat ruang bagi tendon yang direkonstruksi. Akibatnya, paska rekonstruksi, kulit di atas defek yang direkonstruksi tersebut akan sangat teregang, sehingga mengganggu vaskularisasinya. Teknik rekonstruksi dengan insisi yang panjang, jahitan lukanya akan rentan putus. Beberapa peneliti menggunakan *flap* kulit untuk memfasilitasi penutupan luka paska rekonstruksi tendon Achilles.⁽¹⁰⁵⁾

Maffulli dan Ajis menggunakan teknik minimal insisi pada pasien dengan ruptur kronik tendon Achilles dengan celah yang teraba, sehingga tidak membuka jaringan pada celah tendon tersebut.⁽⁸⁾ Insisi pertama berupa insisi longitudinal sepanjang 5 cm dilakukan tepat di medial tendon Achilles, pada 2 cm proksimal dari ujung *stump* proksimal. Insisi kedua sepanjang 3 longitudinal, lateral, dan berjarak 2 cm dari ujung *stump* distal. Insisi dilakukan sedekat mungkin dengan sisi anterior dari tepi lateral tendon Achilles untuk menghindari cedera saraf sural (Gambar 6.11). Kedua ujung tendon dibebaskan dari perlekatan dan direseksi hingga didapatkan jaringan yang sehat. Defek diisi dengan transfer tendon peroneus brevis, lalu dijahit dengan Vicryl.⁽⁸⁾



Gambar 6.11 Insisi minimal invasif untuk rekonstruksi tendon Achilles.⁽⁸⁾

Lui menggunakan endoskopi untuk membantu transfer tendon *Flexor Hallucis longus* untuk meminimalkan diseksi jaringan lunak pada rekonstruksi ruptur kronik tendon Achilles pada 3 pasien.⁽¹⁰⁶⁾ Insisi dibuat sangat kecil (masing-masing <1,5 cm). Pascaoperasi kurang lebih 15 bulan, tidak ada pasien yang berjalan pincang. Pada penelitian ini tidak dijelaskan apakah kontinuitas tendon Achilles dapat dikembalikan dan apakah perbaikan fungsional hanya mengandalkan tendon *Flexor Hallucis longus*. Meskipun demikian, teknik ini merupakan teknik minimal invasif yang meminimalkan kerusakan jaringan lunak.

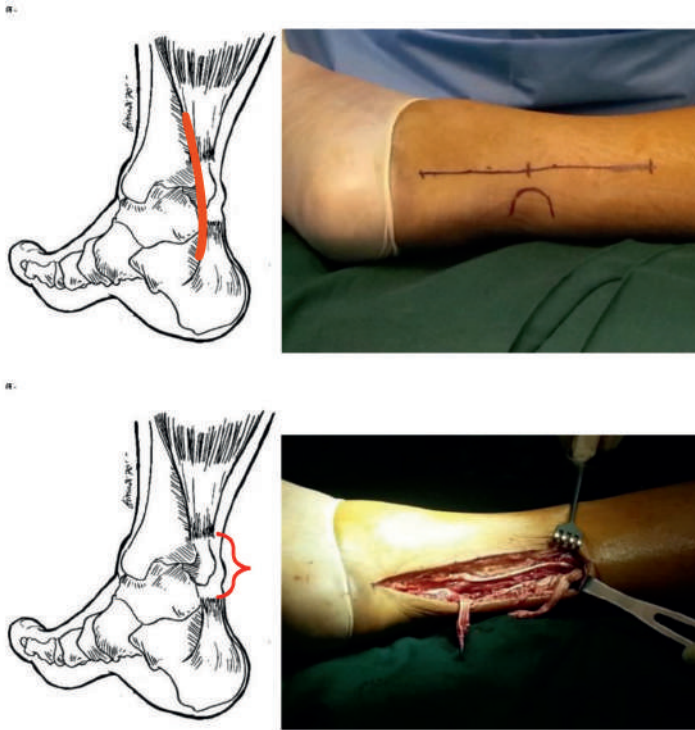
6.2.2.14 Teknik Surabaya

Utomo memperkenalkan sebuah teknik baru dalam rekonstruksi ruptur tendon Achilles kronik yang dinamakan “Teknik Surabaya”.⁽⁹⁹⁾ Terdapat dua macam Teknik Surabaya sesuai dengan lokasi ruptur tendon Achilles. *Pertama* adalah teknik yang digunakan pada lokasi ruptur pada bagian tengah tendon (*tendon area*). Ini merupakan bagian yang tersering mengalami ruptur. *Kedua* adalah teknik yang diaplikasikan pada ruptur di bagian perbatasan tendon dengan otot atau *tendomusculo junction*.

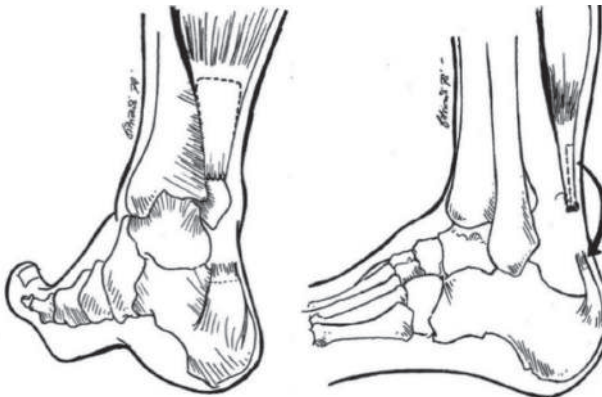
6.2.2.14.1 Teknik Surabaya untuk Ruptur dengan Defek pada Area Tendon

Teknik ini merupakan kombinasi dari *turndown flap* dan *graft* semitendinosus. Insisi dilakukan di sisi medial tendon Achilles, kemudian dievaluasi besar defek tendon. Ujung *stump* tendon proksimal dijahit terlebih dahulu. Kemudian *turndown flap* dilakukan dengan mengambil sisi superfisial tendon proksimal sebesar ukuran defek, menyerupai *tongue-shaped*. Ujung *flap* tersebut dijahitkan pada *stump* distal. *Graft* semitendinosus, yang telah diambil dengan *tendon stripper*, kemudian dianyamkan melalui tendon proksimal, dan difiksasi pada kalkaneus dengan *bioscrew*, sehingga membentuk angka 8. *Post* operatif, diberikan injeksi PRP.

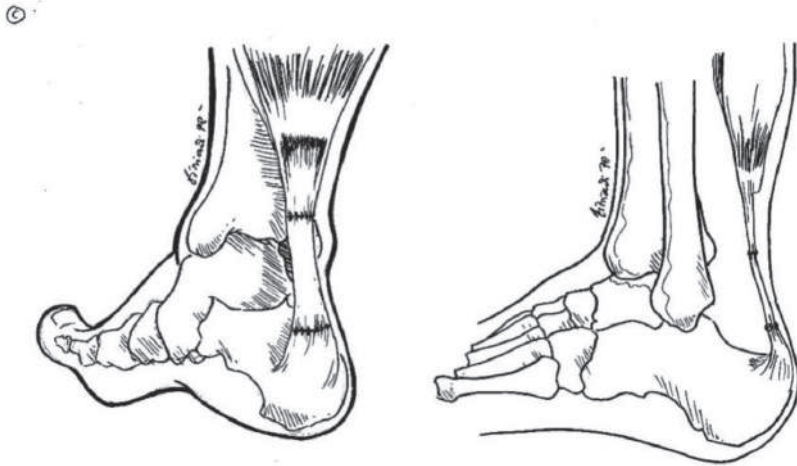
Keunggulan teknik ini adalah mampu menjembatani defek yang lebar antara kedua ujung tendon, tidak mengorbankan fungsi otot lain di kaki ataupun merubah poros kaki, dan berfungsi sebagai *biological scaffold*. Kelemahannya ialah teknik ini kurang baik secara kosmetis, karena tendon Achilles akan nampak lebih tebal. Selain itu, kondisi kulit yang tegang pascaoperasi juga berisiko luka jahitan terbuka.



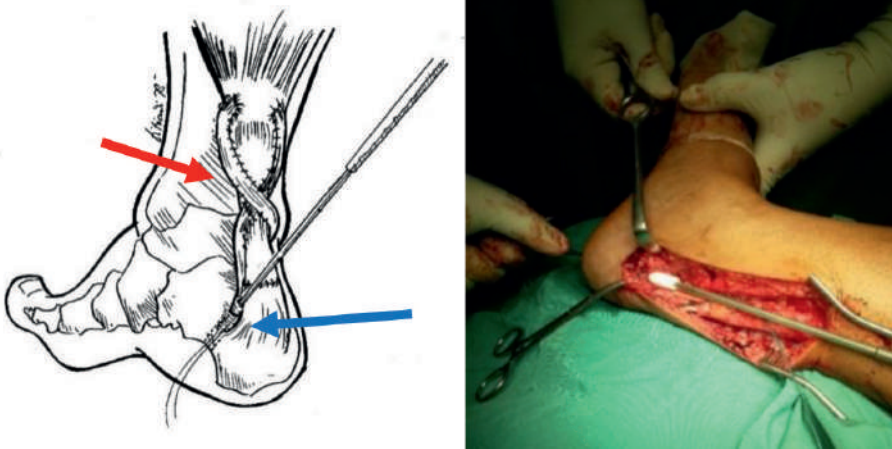
Gambar 6.12 Teknik Surabaya. **Keterangan:** insisi dilakukan di sisi medial tendon (gambar atas). Pada evaluasi defek tendon didapatkan sebesar 6 cm (gambar bawah).⁽⁹⁹⁾



Gambar 6.13 Teknik Surabaya. Ujung *stump* proksimal yang telah dijahit, kemudian dibelah menyerupai *tongue-shaped*.⁽⁹⁹⁾



Gambar 6.14 Teknik Surabaya. *Turndown flap* tersebut kemudian dijahitkan pada *stump* distal.⁽⁹⁹⁾



Gambar 6.15 Teknik Surabaya. *Graft* tendon semitendinosus (panah merah) dianyamkan melalui *stump* proksimal, dan difiksasi dengan *bioscrew* pada kalkaneus (panah biru) membentuk angka 8.⁽⁹⁹⁾



Gambar 6.16 Teknik Surabaya. Pemberian injeksi PRP *postoperative*.⁽⁹⁹⁾

6.2.2.14.2 Teknik Surabaya untuk Ruptur dengan Defek pada *Tendomusculo Junction*

Berbeda dengan ruptur tendon Achilles pada daerah tengah tendon, ruptur pada daerah perbatasan otot dan tendon lebih sukar untuk ditangani dengan penyambungan atau penjahitan biasa karena daerah peralihan ini memiliki dua jenis jaringan yang berbeda, yaitu jaringan otot dan tendon sehingga hasil penyembuhan yang terjadi tidak cukup adekuat dalam menerima beban atau gaya. Oleh karena itu, perlu teknik khusus untuk memperkuat ruptur pada daerah peralihan ini. Pada teknik Surabaya ini, dibutuhkan *autograft* dari tendon lain. Salah satu yang sering dipakai adalah tendon semitendinosus. Alasan menggunakan tendon semitendinosus karena tendon ini berukuran cukup besar, cukup panjang, dan ujung origonya berbentuk melebar seperti kipas (*fanning*). Bagian yang melebar ini penting karena akan dijahitkan pada otot gastroknemius. Seperti diketahui, penjahitan biasa pada otot gastroknemius akan menghasilkan jaringan parut yang tidak cukup kuat untuk menahan gaya pada tendon achilles. Oleh karena itu, penguatan atau augmentasi dengan penjahitan pada bagian *fanning* yang melingkupi *stump* proksimal akan memperkuat sambungan *graft* pada otot gastroknemius karena akan seperti membentuk suatu *fascia* yang menyatu pada *stump* proksimal.

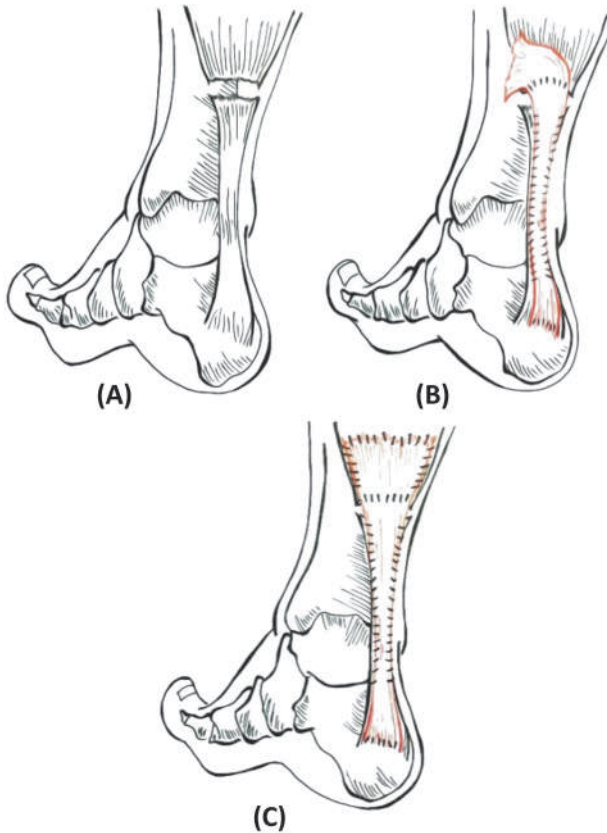


Gambar 6.17 Insisi pada posteromedial

Insisi yang dilakukan adalah pada posteromedial (Gambar 6.17). Setelah didapatkan daerah cedera, daerah cedera dilakukan pembersihan dari jaringan parut. *Graft* yang sudah dipersiapkan kemudian dilakukan penyambungan pada daerah cedera untuk penguatan (augmentasi). Caranya adalah ujung origo (proksimal) dari tendon semitendinosus dibuat melebar seperti kipas (*fanning*) dan kemudian bagian yang melebar ini ditangkupkan dan dijahitkan pada *stump* proksimal daerah cedera *tendomusculo junction*. Dilakukan penjahitan yang adekuat dengan benang *non-absorbable* ukuran besar (0 atau 1).



Gambar 6.18 Ilustrasi *graft* tendon semitendinosus. **Keterangan:** satu ujung tendon *graft* (tanda panah) dibuat melebar (*fanning*) untuk dijahitkan pada *stump* proksimal daerah cedera.⁽⁹⁹⁾



Gambar 6.19 Ilustrasi teknik penjahitan *graft* pada daerah cedera. **Keterangan:** (A) Ruptur pada daerah *tendomuscular junction*. (B) Tendon *graft* dari semitendinosus (berwarna merah) dijahitkan terlebih dahulu pada daerah ruptur (*stump*) proksimal. (C) Bagian yang melebar pada *graft* (*fanning*) dijahitkan ke otot gastroknemius dan bagian distal *graft* dijahitkan pada tendon achilles.



Gambar 6.20 Tahapan proses rekonstruksi tendon Achilles. **Keterangan:** Gambar atas: daerah cedera dibersihkan (*freshening*). Gambar tengah: dilakukan *fanning* pada tendon semitendinosus pada ujung origo lalu dilakukan penjahitan pada *stump* proksimal daerah cedera. Ujung distal *graft* dijahitkan pada *stump* distal daerah cedera. Gambar bawah: tendon achilles setelah penjahitan.

Setelah ujung proksimal daerah cedera dijahit, selanjutnya ujung insersi (distal) tendon semitendinosus dijahitkan ke *stump* distal daerah cedera. Bila cukup panjang, penjahitan sisi distal ini bisa dilakukan dengan membentuk angka 8 (*loop*) untuk memperkuat sambungan atau dilakukan fiksasi dengan *anchoring screw*.

Keuntungan cara ini adalah daerah yang cedera akan diperkuat (augmentasi) oleh tendon semitendionosus dengan jahitan yang kuat karena teknik untuk menjahit ujung proksimal adalah dengan melebarkan *graft* (*fanning*) lalu menangkapkan pada daerah cedera.

REHABILITASI

Protokol perawatan pasca operasi rekonstruksi Achilles bervariasi mulai dari imobilisasi total tanpa pembebanan berat sama sekali (*non weight bearing*) hingga mobilisasi segera dengan pembebanan berat dini (*early weight bearing*).⁽¹¹⁷⁻¹²⁰⁾ Namun hingga saat ini tidak ada konsensus yang jelas mengenai rehabilitasi *postoperative* pada ruptur tendon Achilles.

Imobilisasi total tanpa pembebanan berisiko mengakibatkan kaku sendi, atrofi otot, adhesi tendokutan, dan DVT.⁽¹²¹⁾ Mobilisasi awal pasca cedera tendon Achilles menunjukkan manfaat dalam penelitian pada hewan coba dan manusia. Pada penelitian dengan hewan coba didapatkan bahwa mobilisasi dan pembebanan berat dini meningkatkan kekuatan tendon dan otot betis serta meningkatkan vaskularisasi tendon.⁽¹²²⁻¹²⁴⁾ Pada penelitian prospektif dan kontrol acak pada manusia menunjukkan bahwa, apabila dibandingkan dengan imobilisasi *gips*, pembebanan dan pergerakan sendi dini pasca operasi tidak menimbulkan risiko tambahan dan mempercepat kembalinya pasien ke kehidupan kerja dan olahraga sehari-hari.^(121,125-128) Pada penelitian yang dilakukan oleh Suchak *et al*, dari 98 pasien yang diikuti 6 bulan pasca operasi, pada kelompok pembebanan berat dini menunjukkan hambatan aktivitas sehari-hari yang lebih rendah, disertai dengan skor yang lebih baik pada fungsi fisik, sosial, emosional, dan vitalitas pada skor RAND-36.⁽¹²⁹⁾ Walaupun dilakukan augmentasi, program rehabilitasi yang mengutamakan mobilisasi

dini harus memperhitungkan kekuatan dan integritas dari tendon Achilles yang telah dilakukan rekonstruksi.

7.1 Fase I

7.1.1 Fase Ia (Hari 1-2)

Tujuan: Mencegah infeksi, mengatasi nyeri dan edema, meningkatkan luas gerak sendi aktif, mencegah komplikasi, mempercepat pola jalan mandiri menggunakan alat bantu yang tepat.

7.1.2 Fase Ib (Hari 3-7)

Tujuan: Mencegah infeksi, mengatasi nyeri dan edema, meningkatkan luas gerak sendi aktif, mencegah komplikasi, mempercepat pola jalan mandiri menggunakan alat bantu yang tepat.

Saat menggunakan program mobilisasi dini untuk rehabilitasi pasca operasi, fisioterapis harus mengingat fase penyembuhan jaringan dan tahapan di mana jaringan dapat menahan tekanan regangan. Pada fase Ia dan Ib program mobilisasi dini, fokus utamanya adalah evaluasi kondisi luka, menurunkan pembengkakan, dan menginisiasi latihan luas gerak sendi, tetapi tidak boleh terlalu agresif. Pasien sebaiknya melakukan latihan luas gerak sendi pasif dalam batasan nyeri dan bengkak secara intermiten sepanjang hari. Fisioterapis dapat menyarankan *RICE* (*Rest, Ice, Compression, Elevation*) untuk mengurangi pembengkakan.

7.2 Fase IIa (Minggu 2-4)

Tujuan: Meningkatkan ROM aktif dan pasif, kekuatan, dan toleransi terhadap *weight-bearing* (pada hari ke-14) hingga *partial weight-bearing*.

Pada program mobilisasi dini fase IIa, penekanannya pada mendapatkan dorsofleksi aktif melewati netral, diikuti dengan program pembebanan berat penuh (*full weight-bearing*) menggunakan *splint* protektif atau sepatu boot dengan engsel yang tetap, dan memulai program latihan kekuatan yang perlahan dari semua kelompok otot dengan tetap meminimalisasi tekanan regangan pada tendon yang telah direkonstruksi.

7.3 Fase IIb (Minggu 5–8)

Tujuan: Menunjukkan pola jalan normal pada permukaan rata, menganjurkan luas gerak sendi penuh (simetris), meningkatkan kekuatan dan proprioseptif.

Pada fase IIb, pasien sebaiknya sudah harus berusaha untuk mendapatkan luas gerak sendi penuh yang simetris, memiliki siklus pola jalan yang normal pada permukaan datar dan dengan lingkungan terkontrol tanpa sepatu boot protektif, ada kemajuan dalam program kekuatan, dan mengawali latihan proprioseptif.

7.4 Fase III

7.4.1 Fase IIIa (Minggu 9–16)

Tujuan: Menunjukkan pola jalan normal pada semua aktivitas, pembebanan penuh, meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengawali program berjalan atau *jogging*, terapi pliometrik isokinetik dan kolam renang dengan tepat (menuju akhir fase).

7.4.2 Fase IIIb (Minggu 17–20)

Tujuan: Kembali pada kemampuan olahraga atau aktivitas seperti saat sebelum operasi.

Pada fase IIIa, penekanannya adalah meningkatkan kecepatan dari aktivitas, meningkatkan kekuatan pasien untuk melakukan jinjit-satu-kaki berulang, dan meningkatkan ketahanan dari kompleks gastroknemius-soleus agar dapat menoleransi perkembangan fungsional. Pada fase IIIb, progresi fungsional penuh diinisiasi untuk mengembalikan pasien pada kemampuan fungsional yang diinginkan.⁽¹³⁰⁾

REKAYASA JARINGAN DAN BIOMOLEKULAR

Rekayasa jaringan diharapkan dapat bermanfaat pada terapi ruptur tendon di masa depan. Walaupun begitu, ilmu ini adalah bidang yang masih baru, dan banyak kesulitan yang harus diatasi sebelum pendekatan ini dapat menjadi pilihan dalam manajemen perbaikan tendon. Sebagai contoh, vaskularisasi dan inervasi dari jaringan terekayasa yang ditanamkan harus efektif. Vaskularisasi dibutuhkan untuk viabilitas konstruksi, dan inervasi diperlukan untuk proprioseptik dan mempertahankan refleks yang dimediasi aparat golgi tendon sehingga tendon terlindung dari beban yang berlebihan.⁽⁸⁾

Penggunaan potensial dari sel mesenkimal adalah rekayasa jaringan *de novo ex vivo*. Teknik ini melibatkan pembentukan keseluruhan jaringan di laboratorium, kemudian ditanamkan ke pasien. Tendon yang dihasilkan dari rekayasa jaringan berpotensi untuk menjembatani dan menutup defek yang diakibatkan hilangnya jaringan lunak yang luas.⁽⁸⁾

Pada penelitian eksperimental hewan coba oleh He *et al*, peneliti menggunakan tendon Achilles kelinci dengan defek 1 cm yang direkonstruksi dengan jahitan *polydioxanone* kemudian dibungkus dengan matriks ekstraseluler amnion manusia yang ditanami fibroblas kulit janin.⁽¹⁰⁷⁾

Hasilnya, grup eksperimental menunjukkan tingkat penyembuhan dan kekuatan regangan yang lebih baik daripada kontrol.⁽¹⁰⁷⁾ Pada penelitian lain, rangka asam *polyglycolic* dan tenosit ditanamkan pada defek tendon fleksor ayam betina. Pasca operasi 12 minggu kemudian, tenosit dan serat kolagen terbentuk, dan 2 minggu setelahnya tendon rekayasa jaringan tersebut memiliki kekuatan 83% normal.⁽¹⁰⁸⁾

Sejak 1950, PRP (*Platelet Rich Plasma*) telah digunakan pada prosedur dermatologis dan *oromaxillofacial*. Akhir-akhir ini, penggunaannya pada bidang ortopedi semakin meningkat, semisal untuk pembentukan tulang, cedera jaringan lunak, dan sebagai tambahan prosedur rekonstruksi. PRP didefinisikan sebagai “sampel darah *autologous* dengan konsentrasi platelet di atas rata-rata”. PRP dihasilkan dari 2 fase proses sentrifugasi yang disebut plasmaferesis, di mana komponen cair dan padat dari darah yang diantikoagulasikan terpisah.⁽¹⁰⁹⁾

Selain platelet, PRP mengandung tipe sel lain yang berpotensi memiliki efek dalam proses penyembuhan. WBC seperti monosit dan neutrofil polimorfonuklear dapat memicu efek inflamasi lokal. Walaupun beberapa peneliti menganggap bahwa efek inflamasi ini penting dalam proses perbaikan jaringan, neutrofil juga diduga menghambat penyembuhan.⁽¹¹⁰⁾ Protein seperti PDGF (*platelet-derived growth factor*), *vascular endothelial growth factor*, *endothelial cell growth factor*, dan *basic fibroblast growth factor* dapat ditemukan dalam konsentrasi tinggi di PRP. Sehingga, banyak peneliti yang beranggapan bahwa PRP mungkin bermanfaat pada kondisi yang memerlukan penyembuhan jaringan.^(111,112)

Walaupun tidak didapatkan perbedaan hasil yang signifikan, namun bukti klinis awal menunjukkan PRP dapat bermanfaat pada proses ligamentisasi dan maturasi penyembuhan *graft*. Pada uji klinis^(113,114), pemberian PRP untuk ruptur tendon Achilles pasca rekonstruksi hingga saat ini masih diperdebatkan, sehingga penelitian lebih lanjut masih diperlukan sebelum didapatkan kesimpulan akhir dan rekomendasi.⁽¹⁰⁹⁾

DAFTAR PUSTAKA

1. Leslie H, Edward W. Neglected ruptures of Achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10:357-70.
2. Gabel S, Manoli A. Neglected rupture of Achilles tendon. *Foot Ankle Int.* 1994;15:512-7.
3. Den Hartog B. Surgical strategies: delayed diagnosis or neglected Achilles. *Foot Ankle Int.* 2008;29:456-63.
4. Inglis S, Scott W, Sculco T. Ruptures of tendo Achilis. An objective assessment of surgical and non-surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:990-3.
5. Maffulli N. The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon. A prospective study in 174 patients. *Am J Sports Med.* 1998;26:266-70.
6. Maffulli N, Ajis A, Longo U. Chronic rupture of tendo Achillis. *Foot Ankle Clin N Am.* 2007;12:583-96.
7. Padanilam T. Chronic Achilles rupture. *Foot Ankle Clin N Am.* 2009;14:711-28.
8. Maffulli N, Ajis A. Current concepts review: Management of chronic ruptures of the Achilles tendon. *J Bone Surg Am.* 2008;90:1348-60.
9. Carden D, Noble J, Lunn P, Ellis J. Rupture of the calcaneal tendon. The early and late management. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:416-20.

10. Hattrup S, Johnson K. A review of ruptures of the Achilles tendon. *Foot Ankle*. 1985;6:34-8.
11. Stein S, Luekens C. Methods and rationale for closed treatment of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med*. 1976;4:162-9.
12. Dalal R, Zenios M. The flexor hallucis longus tendon transfer for chronic tendo Achilles ruptures revisited. *Ann R Coll Surg Engl*. 2003;85:283.
13. Jennings A, Sefton G. Chronic rupture of tendon Achillis. Long term result of operative management using polyester tape. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:361-3.
14. Christensen I. Rupture of the Achilles tendon: analysis of 57 cases. *Acta Chir Scand*. 1953;106:50-60.
15. Imworld D, Parker J, Fallis C. *Anatomica's body atlas* San Diego. California: Thunder Bay Press; 2010.
16. Thompson J, Netter F. Leg/Knee. In *Netter's Concise Orthopaedic Anatomy* 2nd Edition. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2010. p. 314-21.
17. Soma C, Mandelbaum B. Achilles tendon disorders. *Clin Sports Med*. 1994;13:811-23.
18. Paavola M, Kannus P, Jarvinen TA, Khan K, Jozsa L, Jarvinen M. Achilles tendinopathy. *J Bone Joint Surg [Am]*. 2002;(84A):2062 – 76.
19. Cummins EJA, Anderson BJ, Carr BW, Wright RR. The structure of the calcaneal tendon (of Achilles) in relation to orthopaedic surgery. With additional observations on the plantaris muscle. *Surg Gynecol Obstet*. 1946;(83):107 – 116.
20. Sarrafian S. *Anatomy of the Foot and Ankle*. Philadelphia: JB Lippincott; 1993.
21. Maffulli N. Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg [Am]*. 1999;(81): p. 1019 – 36.
22. Chao W, Deland JT, Bates JE, Keneally SM. Achilles tendon insertion: an in vitro anatomic study. *Foot Ankle Int*. 1997;(18):81–4.
23. Saltzman C, Tearse D. Achilles tendon injuries. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgery*. 1998 September;6(5).
24. Carr A, Norris S. The blood supply of the calcaneal tendon. *J Bone Joint Surg Br*. 1989;71:100-101.
25. Maganaris CN, Narici MV, Almekinders LC, Maffulli N. Biomechanics of the achilles tendon. *Disability Rehabilitation*. 2008;30(20-22):1542-7.

26. Butler DL, Goods ES, Noyes FR, Zernicke RF. Biomechanics of ligaments and tendons. *Exerc Sports Sci Rev.* 1978;6:125-181.
27. Ker R. Tensile Fibres: String and Straps. In Vincent J, editor. *Biomechanics Materials: A Practical Approach.* New York: Oxford University Press; 1992.75-97.
28. Partington FR, Wood GC. The role of noncollagen components in the mechanical behaviour of tendon fibres. *Biochem Biophys Acta.* 1963;69:485-495.
29. Elliot D. Structure and function of mammalian tendon. *Biol Rev.* 1965;40:392-421.
30. Diamant J, Keller A, Baer E, Litt M, Arridge RG. Collagen: Ultrastructure and its relations to mechanical properties as a function of ageing. *Proc Roy Soc Lond B.* 1972;(180):293-315.
31. Bennet MB, Ker RF, Dimery NJ, Alexander RMcN. Mechanical properties of various mammalian tendons. *J Zool Lond A.* 1986;(209):537-548.
32. Shadwick R. Elastic energy storage in tendons: Mechanical differences related to function and age. *J Appl Physiol.* 1990;(68):1033-1040.
33. Pollock CM, Shadwick RE. Relationship between body mass and biomechanical properties of limb tendons in adult mammals. *Am J Physiol.* 1994;(266):1016-1021.
34. Lewis G, Shaw KM. Tensile properties of human tendo Achilles: Effect of donor age and strain rate. *J Foot Ankle Surg.* 1997;(36):435-445.
35. Wren TA, Yerby SA, Beaupre GS, Carter DR. Mechanical properties of human Achilles tendon. *Clin Biomech (Bristol Avon).* 2001;(16):245-251.
36. Cohen RE, Hooley CJ, McCrum NG. Viscoelastic creep of collagenous tissue. *J Biomech.* 1976;(9):175-184.
37. Hooley CJ, McCrum NG, Cohen RE. The viscoelastic deformation of tendon. *J Biomech.* 1980;(13):521-528.
38. Cumming WG, Alexander RMcN, Jayes AS. Rebound resilience of tendons in the feet of sheep. *J Exp Biol.* 1978;(74):75-81.
39. Ker RF, Alexander RMcN, Bennet MB. Why are mammalian tendons so thick? *J Zool Lond.* 1988;(216):309-324.
40. Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. Repeated contractions alter the geometry of human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2002;(93):2089-2094.

41. Maganaris C. Tendon conditioning: Artifact or property? *Proc R Soc London B (Suppl)*. 2003;(270):S39-S42.
42. Matthews LS, Ellis D. Viscoelastic properties of cat tendon: Effects of time after death and preservation by freezing. *J Biomech*. 1968;(1):65–71.
43. Smith CW, Young IS, Kearney JN. Mechanical properties of tendons: Changes with sterilization and preservation. *J Biomech Eng*. 1996; 118:56-61.
44. Maganaris CN, Paul JP. In vivo human tendon mechanical properties. *J Physiol*. 1999;(521):307-313.
45. Bojsen-Moller J, Hansen P, Aagaard P, Svantesson U, Kjaer M, Magnusson SP. Differential displacement of the human soleus and medial gastrocnemius aponeuroses during isometric plantar flexor contractions in vivo. *J Appl Physiol*. 2004;(97):1908–1914.
46. Maganaris C. Tensile behaviour of in vivo human tendinous tissue. *J Biomech*. 2002;(35):1019–1027.
47. Soldatis J, Goodfellow D, Wilber J. End to end operative repair of Achilles tendon rupture. *Am J Sport Med*. 1997;25(5):90.
48. Sharma P, Maffulli N. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2005 January;87-A(7).
49. Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the Achilles tendon. A study of 92 cases. *Acta Chir*. 1959;(239).
50. Hang D, Bach B. Partial Achilles tendon rupture following corticosteroid injection, a caveat to practitioners (case report). *The Physician and Sport Medicine*. 1995 February;23(2).
51. Puddu G, Ippolito E, Postachichini F. A classification of the Achilles tendon disease. *Am J Sports Med*. 1976;4:145-50.
52. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone and Joint Surg*. 1991 December;73-A: 1507-25.
53. Platt H. Observation of some tendon repairs. *Br Med J*. 1931;1(5):611.
54. Zadek I. Repair of old rupture of tendo Achilles by means of fascia lata: report of a case. *J Bone Joint Surg Am*. 1940;22(1):1070.
55. Postacchini F, Accinni L, Natali P, Ippolito E, DeMartino C. Regeneration of rabbit calcaneal tendon: A morphological and immunochemical study. *Cell Tissue Res*. 1978;195:81-97.

56. Bosworth D. Repair of defects in the tendo Achilis. *J Bone Joint Surg Am.* 1956;38(4):111.
57. Myerson M. Achilles tendon ruptures. *Instr Course Lect.* 1999;48(30):219.
58. Yasuda T, Kinoshita M, Okuta R. Reconstruction of chronic Achilles tendon rupture with the use of interposed tissue between the stumps. *Am J Sports.* 2007;35(8):582.
59. Elfman H. Biomechanics of muscle with particular application to studies of gait. *J Bone Joint Surg Am.* 1966;48(77):363.
60. Abraham E, Pankovich A. Neglected rupture of the Achilles tendon. Treatment by V-Y tendinous flap. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57(5):253.
61. Rush J. Operative repair of neglected rupture of the tendo Achilis. *Aust N Z J Surg.* 1980;50(2):420.
62. Tobin W. Repair of the neglected ruptured and severed Achilles tendon. *Am Surge.* 1953;19(22):514.
63. DiStefano V, Nixon J. Achilles tendon rupture: pathogenesis, diagnosis, and treatment by a modified pullout wire technique. *J Trauma.* 1972;12:671-7.
64. Nestorson J, Movin T, Muller M, Karlsson J. Function after Achilles tendon rupture in the elderly: 25 patients older than 65 years followed for 3 years. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:64-8.
65. Ballas M, Tytko J, Mannarino F. Commonly missed orthopedic problems. *Am Fam Physician.* 1998;57:267-74.
66. Turco V, Spinella A. Achilles tendon ruptures - peroneus brevis transfer. *Foot Ankle.* 1987;7:253-9.
67. Mann R, Holmes GJ, Seale K, Collins D. Chronic rupture of the Achilles tendon: a new technique of repair. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:214-9.
68. Simmonds F. The diagnosis of the ruptured Achilles tendon. *Practitioner.* 1957;179:56-8.
69. Mazzara J. Achilles tendon ruptures. Connecticut Center for Orthopedic Surgery, LLC. [Online]. [cited 2015 March 25]. Available from: <http://orthoontheweb.com/achilles.asp>.
70. Matles A. Rupture of the tendo Achilis. Another diagnostic sign. *Bull Hosp Joint Dis.* 1975;36:48-51.

71. O'Brien T. The needle test for complete rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66:109-101.
72. Copeland S. Rupture of the Achilles tendon: a new clinical test. *Ann R Coll Surg Eng*. 1990;72:270-1.
73. Arner O, Lindholm A, Orell S. Histologic changes in subcutaneous rupture of the Achilles tendon: a study of 74 cases. *Acta Chir Scand*. 1959;116:484-90.
74. Foot & Ankle Academy. [Online]. [cited 2015 March 25]. Available from: <http://www.footandankleacademy.com/kagers-fat-pad/>.
75. Popovic N, Lemaire R. Diagnosis and treatment of acute ruptures of the Achilles tendon. Current concepts review. *Acta Orthop Belg*. 1999;65:458-71.
76. Fornage B. Achilles tendon: US examination. *Radiology*. 1986;159:759-64.
77. Harcke H, Grissom L, Finkelstein M. Evaluation of the musculoskeletal system with sonography. *AJR Am J Roentgenol*. 1988;150:1253-61.
78. Kabbani Y, Mayer D. Magnetic resonance imaging of tendon pathology about the foot and ankle. Part I. Achilles tendon. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1993;83:418-20.
79. Hadi M, Young J, Cooper L, Costa M, Maffulli N. Surgical management of chronic ruptures of the Achilles tendon remain unclear: a systematic review of the management options. *British Medical Bulletin*. 2013 July.
80. Kuwada G. Classification of tendo Achilis rupture with consideration of surgical repair techniques. *J Foot Surg*. 1990;29:361-5.
81. Scheller A, Kasser J, Quigley T. Tendon injuries about the ankle. *Orthop Clin North Am*. 1980;11:801-11.
82. Maffulli N, Leadbetter W. Free gracilis tendon graft in neglected tears of the Achilles tendon. *Clin J Sport Med*. 2005;15(2):56-61.
83. Kangas J, Pajala A, Ohtonen P. Achilles tendon elongation after rupture repair. A randomized comparison of two operative regimens. *Am J Sports Med*. 2007;35:59-64.
84. Silfverskiöld N. Über die subkutane totale Achillessehnen ruptur und deren Behandlung. *Acta Chir Scand*. 1941;84:393-413.
85. Azar FM. Traumatic Disorders. Ruptures of muscles and tendons. Ruptures of Achilles tendon. In: Canale ST, Beaty JH, editors. *Campbell's*

Operative Orthopaedics. 12th Edition. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2013. p. 2321-34.

86. Leitner A, Voigt C, Rahmanzadeh R. Treatment of extensive aseptic defects in old Achilles tendon ruptures: methods and case reports. *Foot Ankle*. 1992;13:176-80.
87. Kissel C, Blacklidge D, Crowley D. Repair of neglected Achilles tendon ruptures - procedure and functional results. *J Foot ANkle Surg*. 1994;33:46-52.
88. Parker R, Repinecz M. Neglected rupture of the Achilles tendon. Treatment by modified Strayer gastrocnemius recession. *J Am Podiatry Assoc*. 1979;69:548-55.
89. Us A, Bilgin S, Aydin T, Mergen E. Repair of neglected Achilles tendon ruptures: procedures and functional result. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1997;116:408-11.
90. Mulier T, Dereymaeker G, Reynders P, Broos P. The management of chronic Achilles tendon ruptures: gastrocnemius turn down flap with or without flexor hallucis longus transfer. *Foot Ankle Surg*. 2003;9:151-6.
91. Perez Teuffer A. Traumatic rupture of the Achilles tendon. Reconstruction by transplat and graft using the lateral peroneus brevis. *Orthop Clin North Am*. 1974;5:89-93.
92. Turco V, Spinella A. Achilles tendon ruptures - peroneus brevis transfer. *Foot Ankle*. 1987;7:253-9.
93. Miskulin M, Miskulin A, Klobucar H, Kuvalja S. Neglected rupture of the Achilles tendon treated with peroneus brevis transfer: a functional assessment of 5 cases. *J Foot ANkle Surg*. 2005;44:49-56.
94. McClelland D, Maffulli N. Neglected rupture of the Achilles tendon: reconstruction with peroneus brevis tendon transfer. *Surgeon*. 2004;2:209-13.
95. Wapner K, Pavlock G, Hecht P, Naselli F, Walther R. Repair of chronic Achilles tendon rupture with flexor hallucis longus tendon transfer. *Foot Ankle*. 1993;14:443-9.
96. Bugg EJ, Boyd B. Repair of neglected rupture or laceration of the Achilles tendon. *Clin Orthop Relat Res*. 1968;56:73-5.
97. Maffulli N, Longo UG, Gougoulas N, Denaro V. Technical advance: Ipsilateral free semitendinosus tendon graft transfer for reconstruction

- of chronic tears of the Achilles tendon. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008 July;9:100.
98. Sarzaeem MM, Emami M, Kazemian G, Rasi AM, Lemraski MMB, Safdari F. Reconstruction of chronic Achilles tendon rupture with semitendinosus tendon graft. *Iranian Journal of Orthopaedic Surgery*. 2011; 9(35):77-82.
 99. Utomo DN. Penanganan Ruptur Tendon Achilles dengan Teknik Surabaya. Dibawakan pada: The 1st Annual Meeting of Indonesian Orthopaedic Society for Sports Medicine and Arthroscopy (IOSSMA). Jakarta: 5 September 2013.
 100. Nellas Z, Loder B, Wertheimer S. Reconstruction of an Achilles tendon defect utilizing an Achilles tendon allograft. *J Foot Ankle Surg*. 1996;35:114-8.
 101. Howard C, Winston I, Bell W, Mackie I, Jenkins D. Late repair of the calcaneal tendon with carbon fibre. *J Bone Joint Surg Br*. 1984;66:206-8.
 102. Parsons J, Weiss A, Schenk R, Alexander H, Pavlisko F. Long term follow up of achilles tendon repair with an absorbable polymer carbon fiber composite. *Foot Ankle*. 1989;9:179-84.
 103. Ozaki J, Fujiki J, Sugimoto K, Tamai S, Masuhara K. Reconstruction of neglected Achilles tendon rupture with Marlex mesh. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;238:204-8.
 104. Lieberman J, Lozman J, Czajka J, Dougherty J. Repair of Achilles tendon ruptures with Dacron vascular graft. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;234:204-8.
 105. Dabernig J, Shilov B, Schumacher O, Lenz C, Dabernig W, Schaff J. Functional reconstruction of Achilles tendon defects combined with overlaying skin defects using a free tensor fasciae latae flap. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2006;59:142-7.
 106. Lui T. Endoscopic assisted flexor hallucis tendon transfer in the management of chronic rupture of Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15:1163-6.
 107. He Q, Li Q, Chen B, Wang Z. Repair of flexor tendon defects of rabbit with tissue engineering method. *Chin J Traumatol*. 2002;5:200-8.
 108. Cao Y, Liu Y, Liu W, Shan Q, Buonocore S, Cui L. Bridging tendon defects using autologous tenocyte engineered tendon in a hen model. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110:1280-9.

109. Hsu WK, Mishra A, Rodeo SR, Fu F, Terry MA, Randelli P, Canale ST, Kelly FB. Review article platelet-rich plasma in orthopaedic applications: evidence-based recommendation for treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21:739-48.
110. DeLong J, Russell R, Mazzocca A. Platelet rich plasma: the PAW classification system. *Arthroscopy.* 2012;28(7):998-1009.
111. Hall M, Band P, Meislin R, Jazrawi L, Cardone D. Platelet rich plasma: Current concepts and application in sports medicine. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17(10):602-8.
112. Wasterlain A, Braun H, Harris A, Kim H, Dragoo J. The systemic effects on platelet rich plasma injection. *Am Sports Med.* 2013;41(1):186-93.
113. Schepull T, Kvist J, Norrman H, Trinks M, Berlin G, Aspenberg P. Autologous platelets have no effect on the healing of human achilles tendon ruptures: a randomized singe-blind study. *Am J SPort Med.* 2011;39(1):38-47.
114. Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Andia I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):245-51.
115. Wong J, Barrass V, Maffulli N. Quantitative review of operative and non-operative management of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med.* 2002;30:565.
116. Kocher M, Bishop J, Marshall R. Operative versus nonoperative management of acute Achilles tendon ruptureL expected-value decision analysis. *Am J Sports Orthop Surg.* 2010;18:511.
117. Mandelbaum B, Myerson M, Forster R. Achilles tendon ruptures. A new method of repair, early range of motion, and functional rehabilitation. *Am J SPorts Med.* 1995;23:392-5.
118. Kerkhoffs G, Struijs P, Raaymakers E, Marti R. Functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture: wrap vs walking cast. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002;122:102-5.
119. Speck M, Klaue K. Early fill weightbearing and functional treatment ater surgical repair of acute Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med.* 1998;26:789-93.
120. Carter T, Fowler P, Blokker C. Functional postoperative treatment of Achilles tendon repair. *Am J Sports Med.* 1992;20:459-62.

121. Mortensen H, Skov O, Jensen P. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:983-90.
122. Enwemeka C, Spielholz N, Nelson A. The effect of early functional activities on experimentally tenotomized Achilles tendons in rats. *Am J Phys Med Rehabil.* 1988;67:264-9.
123. Qin L, Appell H, Chan K, Maffulli N. Electrical stimulation prevents immobilization atrophy in skeletal muscle of rabbits. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78:512-7.
124. Rantanen J, Hurme T, Kalimo H. Calf muscle atrophy and Achilles tendon healing following experimental tendon division and surgery in rats. Comparison of postoperative immobilization of the muscle-tendon complex in relaxed and tensioned positions. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9:57-61.
125. Cetti R, Henriksen L, Jacobsen K. A new treatment of ruptured Achilles tendons. A prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;308:155-65.
126. Costa M, Shepstone L, Darrah C, Marshall T, Donell S. Immediate fullweight-bearing mobilisation for repaired Achilles tendon ruptures: a pilot study. *Injury.* 2003;34:874-6.
127. Kangas J, Pajala A, Siira P, Hamalainen M, Leppilahti J. Early functional treatment versus early immobilization in tension of the musculotendinous unit after Achilles rupture repair: a prospective, randomized, clinical study. *J Trauma.* 2003;54:1171-81.
128. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim K, Bleakney R. Early weightbearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the Achilles tendon. *Am J Sports Med.* 2003;31:692-700.
129. Suchak AA, Bostick GP, Beaupre LA, Durand DC, Jomha NM. The influence of early weight-bearing compared with non-weight-bearing after surgical repair of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1876-83.
130. Mandelbaum B, Gruber J, Zachazewski J. Achilles tendon repair and rehabilitation. In *Rehabilitation for the postsurgical orthopaedic patient.* St. Louis: Mosby; 2001.330-347.

131. Kitaoka H, Alexander I, Adelaar R, Nunley J, Myerson M, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53.
132. Thermann H, Frerichs O, Biewener A, Krettek C, Schandelmeier P. Functional treatment of acute rupture of the Achilles tendon. An experimental biomechanical study. *Unfallchirurg.* 1995;98:507-13.
133. Leppilahti J, Forsman K, Puranen J, Orava S. Outcome and prognostic factors of achilles rupture repair using a new scoring method. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1998;456:152-61.
134. Nilsson-Helander K, Thomee R, Gravare-Silbernagel K, Thomee P, Faxen E, Eriksson BI, Karlsson J. The Achilles tendon Total Rupture Score (ATRS): development and validation. *American Journal of Sports Medicine.* 2007;35:421-6.
135. Kearney RS, Achten J, Lamb SE, Parsons N, Costa ML. The Achilles tendon total rupture score: a study of responsiveness, internal consistency and convergent validity on patients with acute Achilles tendon rupture. *Health and Quality of Life Outcomes.* 2012;10:24.

Overcoming the Obstacles of the Past

It is a common experience to feel that the past is a heavy burden, one that weighs down on the soul and hinders progress. The obstacles of the past are often invisible, yet their influence is undeniable. They can manifest as self-doubt, fear, or a sense of being stuck in a cycle of repetition. However, it is important to recognize that the past is not a prison; it is a teacher. Each challenge we have faced, each failure we have experienced, has shaped us into the person we are today. It is time to stop looking back and start moving forward.

The first step in overcoming the obstacles of the past is to acknowledge them. We must face the reality of our past mistakes and the pain they have caused. Denial only serves to prolong our suffering. Once we have accepted our past, we can begin to understand the root causes of our problems. Was it a lack of self-belief? A fear of failure? A desire for perfection? Identifying these patterns allows us to break them and start anew.

Next, we must learn to forgive ourselves. Self-forgiveness is a powerful tool that can help us release the guilt and shame that often accompany our past mistakes. It is not about excusing our behavior, but about recognizing that we are human and that we are capable of growth and change. When we forgive ourselves, we free up space for new possibilities and a brighter future.

Finally, we must focus on the present and the future. The past is a story that has already been written. The future is a blank page waiting to be filled. By focusing on the present moment, we can gain a sense of control and direction. We can set new goals, pursue our dreams, and create a life that is truly our own. The obstacles of the past are behind us, and the path forward is clear.

CEDERA TENDON ACHILLES

Evaluasi, Diagnosis, dan Tatalaksana Komprehensif

Saat ini kesadaran masyarakat untuk hidup lebih sehat makin meningkat. Hal ini mendorong masyarakat untuk makin giat berolahraga. Sayangnya, geliat ini juga diiringi dengan makin seringnya cedera olahraga. Salah satu cedera yang bisa terjadi adalah cedera pada tendon Achilles. Tendon Achilles adalah tendon terbesar pada tubuh manusia sehingga memainkan peran yang sangat penting untuk aktivitas sehari-hari. Namun sayangnya, cedera tendon Achilles seringkali tidak terdeteksi pada awal cedera sehingga pasien sering datang ke dokter dalam keadaan terlambat atau kronis. Oleh karena itu, para dokter terutama dokter spesialis orthopedi dan traumatologi dituntut untuk mampu menangani cedera tendon Achilles ini baik saat fase akut atau kronis.

Buku ini disusun sebagai jawaban atas kebutuhan para dokter spesialis orthopedi dan traumatologi untuk memberikan pengetahuan dan wawasan terkini mengenai cara dan teknik penanganan cedera akut dan kronis tendon Achilles. Selain cara yang bisa ditemukan pada literatur dunia, buku ini secara eksklusif membahas tentang teknik baru yang disebut Teknik Surabaya sebagai solusi yang mudah dan terjangkau atas rumitnya penanganan cedera kronis tendon Achilles.



Airlangga University Press

Kampus C Universitas Airlangga
Mulyorejo, Surabaya 60115
Telp. (031) 5992246, 5992247
Fax. (031) 5992248
E-mail: adm@aup.unair.ac.id

